

Ad. M. de Cuvier

ACADÉMIE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES

MÉMOIRE

SUR L'ORGANISATION ET LES RAPPORTS NATURELS

DES TARDIGRADES,

ET SUR LA PROPRIÉTÉ REMARQUABLE QU'ILS POSSÈDENT DE REVENIR A LA VIE
APRÈS AVOIR ÉTÉ COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉS.

PROPOSITIONS

SUR LA PHYSIOLOGIE

ET L'HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALES.

THÈSES

Soutenues devant la Faculté des Sciences de Paris,

Le 29 Août 1842,

PAR M. L. DOYÈRE,

Licencié en-Sciences, professeur d'Histoire naturelle au Collège royal de Henri IV.

PARIS.

IMPRIMÉ CHEZ PAUL RENOUARD,

RUE GARANCIÈRE, n° 5.

1842.

ALBERT P. HIGGINS

This thesis consists of three articles by Doyere which appeared in *Annales des Sciences Naturelles* in 1840 and 1842. The original pagination is as follows:

pp. 7-58 of thesis, with pls. 12, 13, 14, & 15, as pp. 269-320 (plate the same) in Nov. 1840. Vol. XIV.

pp. 59-99, with pls. 16, 17, 18, & 19, as pp. 321-361, in Dec. 1840. Vol. XIV.

pp. 99 (1st page of second part) - III as pp. 193-205 of Vol. XVII, , 1842.

pp. 112-142 as pp. 5-35 of Vol. XVIII, , 1842.

The preface, title page, table of contents etc, comprising pp I-IX does not appear in the original and pp. 143 and 144 have been added at the end.

It is to be noted that there is a duplication in the page numbers at the beginning of the text & again on p. 99.

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES.

MÉMOIRE

SUR L'ORGANISATION ET LES RAPPORTS NATURELS

DES TARDIGRADES,

ET SUR LA PROPRIÉTÉ REMARQUABLE QU'ILS POSSÈDENT DE REVENIR A LA VIE
APRÈS AVOIR ÉTÉ COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉS.

PROPOSITIONS

SUR LA PHYSIOLOGIE

ET L'HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALES.

THÈSES

Soutenues devant la Faculté des Sciences de Paris,

Le 29 Août 1842,

PAR M. L. DOYÈRE,

Licencié ès-Sciences, professeur d'Histoire naturelle au Collège royal de Henri IV.

PARIS.

IMPRIMÉ CHEZ PAUL RENOARD.

RUE GARANCIÈRE, N° 5.

1842

PRÉFACE.

Leeuwenhœck a découvert et Spallanzani a déjà prouvé une fois que certains animaux peuvent revivre après avoir été desséchés. Ce phénomène, déjà tant de fois discuté, et avec des conclusions si opposées, est un fait capital pour la physiologie générale. C'est un problème dont la solution est l'un des élémens de la définition de la vie (1); car un animal chimiquement sec est peut-être le seul organisme dont on puisse affirmer que les divers tissus sont réduits à ne plus tenir de leur premier état que leur composition chimique et leurs connexions. C'est cette conviction qui a produit le *Mémoire sur les Tardigrades*.

Pour qu'une solution affirmative eût toute l'importance possible, il fallait avant tout que l'animal fût bien connu, et que ce ne fût pas un de ces êtres intermédiaires aux deux règnes

(1) Voir notre dixième proposition générale, page 143.

cloaque qui lui est commun avec les organes de la génération.

Ceux-ci comprennent un appareil femelle et un appareil mâle; l'appareil mâle est constitué par deux testicules et une vésicule séminale, dont les fonctions sont prouvées par la présence de Zoospermes.

Voilà pour les appareils d'entretien de la vie individuelle et de la conservation de l'espèce. Les appareils de relation sont peut-être plus remarquables encore. Ils consistent :

1° Dans un appareil musculaire formé de près de trois cents muscles. Je dis *muscles*, parce que leurs formes sont bien déterminées, et leurs connexions d'une constance absolue, et qu'ils n'ont rien de commun, si ce n'est la substance peut-être, avec cette matière organique, contractile en tous sens, et indifférente à toute forme et à toute connexion, que M. Dujardin nous a fait connaître dans les organismes inférieurs et qu'il a nommée *sarcode* ;

2° Dans un système nerveux très développé, ganglionnaire, et se faisant remarquer surtout par sa tendance à devenir exclusivement sous-intestinal. Chaque muscle reçoit un nerf distinct. Il existe des organes spéciaux pour le sens de la vue, et chez quelques espèces pour celui du toucher.

Tel est l'animal qui *RESSUSCITE*. Nous espérons que ce mot ne sera plus taxé d'exagération. Toute dessiccation faite à la température ordinaire souffrait des objections auxquelles l'emploi même du vide sec n'eût peut-être pas complètement répondu. Mais en voyant les Tardigrades périr irrévocablement à une température de 45° si leurs tissus sont pénétrés d'eau, tandis

dont l'organisation ne s'annonce plus que par quelques formes extérieures et par des phénomènes vitaux d'une nature énigmatique pour la plupart des physiologistes.

Or, les Tardigrades offrent sur ce point toutes les garanties désirables, et peuvent être acceptés avec autant de confiance par les physiologistes qui ont puisé leurs convictions dans l'étude de l'homme et des animaux supérieurs, que par ceux qui s'efforcent de fonder la notion de la vie sur des données fournies par les organismes les moins élevés.

Les Tardigrades, en effet, sont peut-être de tous les *vers* ceux qui se rapprochent le plus des Articulés proprement dits.

Ils ont des formes parfaitement déterminées, une enveloppe épidermique qui chez quelques-uns est solide et divisée en anneaux, et des membres qui manifestent déjà quelque tendance à présenter des divisions articulées.

Leur peau, outre cette couche épidermique, présente une couche organisée et vivante qui se continue avec l'intestin, et circonscrit avec lui une cavité dans laquelle flotte un liquide qui ne paraît pas différer en importance de celui qu'on a appelé *sang* chez les Insectes, les Myriapodes, les Crustacés inférieurs, les Arachnides trachéennes, et, en un mot, chez tous les Articulés où le sang ne circule pas dans des vaisseaux. Ce liquide contient des globules qui nous ont présenté une grande constance de composition et de formes chez toutes les espèces que nous avons observées.

La digestion est localisée dans un système d'organes : la préhension des aliments s'exerce par un appareil spécial qui accompagne plusieurs glandes, l'intestin se termine dans un

MÉMOIRE

sur

LES TARDIGRADES.

CHAPITRE PREMIER.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

Eichhorn dit avoir vu, dès 1767, un petit animal très bizarre, dont il n'a donné la description et la figure qu'en 1781, sous le nom de Wasserbär (ours d'eau) (1).

Ce nom est celui sous lequel Goeze, en 1773, avait décrit et figuré une espèce très probablement différente de celle d'Eichhorn, dans une édition allemande, des Mémoires de Bonnet, sur les insectes (2). Goeze en a fait mention une seconde fois, en 1784, dans le journal scientifique *le Naturaliste*. (3)

Corti, en 1774, s'occupa surtout de la propriété remarquable que possède l'espèce qu'il a observée, de revenir à la vie après avoir été desséchée. (4)

Tel fut aussi le point de vue qui fixa d'une manière toute spéciale, l'attention de Spallanzani (5). L'animal qu'il a désigné

(1) *Beitrage der Naturgeschichte der Kleinsten Wasserthiere*, etc. Berlin, 1781, p. 74, Pl. 7, fig. E.

(2) *Abhandlungen aus der Insectologie*, Halle, 1773, S. 367, Pl. 4, fig. 7. Nous regrettons d'autant plus de n'avoir pu nous procurer ce passage de Goeze, que O. F. Müller le mentionne avec beaucoup d'éloges, et que ce qu'il y a dans le *Naturforscher* sur le *Wasserbär* se réduit à quelques lignes sans importance.

(3) *Der Naturforscher*, t. VII, 20 st., p. 114, 1784.

(4) *Opera microscopica*, etc., cité par M. Dujardin.

(5) *Opusculs de physique*, traduction de Sennebier, t. II, p. 349 et suiv. Pl. 4, fig. 7 et 8; Pl. 5, fig. 9.

le premier sous le nom de *Tardigrade*, habite comme celui de Corti, la poussière des toits; mais rien ne nous autorise à penser que ce soit la même espèce qui a été décrite par ce dernier, sous le nom de *Brucolino* (petite chenille). C'est Spallanzani qui, par ses curieuses expériences, a donné aux Tardigrades une importance scientifique que quelques auteurs leur ont depuis vainement contestée. Il est aussi le premier qui, sous un point de vue, restreint à la vérité, et purement physiologique, les ait associés aux Rotifères. Il décrit l'espèce qu'il a observée comme un animal jaunâtre, trois ou quatre fois plus gros que le Rotifère, ayant six jambes, marchant sur le sable avec la lenteur d'une tortue qui rampe; son corps est granuleux de toutes parts, arrondi à la partie antérieure, offrant à la partie postérieure quatre fils crochus. Ses jambes sont armées aussi de petits crochets. Son opacité empêche d'en pouvoir pénétrer l'organisation intérieure.

Neuf ans plus tard, en 1785, O. F. Müller, inséra dans les Archives de Fuesly (1) un mémoire sur un animal du groupe qui nous occupe. Ce travail est accompagné d'excellentes figures; il renferme des observations pleines d'exactitude et d'intérêt, et surpasse de beaucoup ceux qui l'avaient précédé, et même tous ceux qui l'ont suivi jusqu'à ces dernières années. Aussi, croyons-nous devoir en donner une analyse assez complète.

« Le *Bärthierchen*, dit O. F. Müller, qui a déjà été décrit
« par Goeze et Eichhorn, sous le nom de Wasserbär, et qui a
« beaucoup de ressemblance avec le *Tardigrade* de Spallanzani,
« a été représenté à tort par Eichhorn, avec 10 pieds. Il est tout-
« à-fait étranger aux animalcules d'infusion, quoique se nour-
« rissant comme eux de substances végétales (2). Il n'a point
« d'antennes. J'ai cru lui voir, comme M. Goeze, deux très petits
« points noirs vers le museau, là où sont ordinairement les
« yeux. Le corps n'est qu'un sac transparent, musculeux et ridé,
« élevé en dessus, obtus devant et derrière, plat en dessous,
« muni de quatre pattes de chaque côté. Les pattes sont toutes

(1) *Archiv. der Insectengeschichte*, vi Heft, 25, tab. 36, Zurich, 1785.

(2) Il est probable que O. F. Müller s'est trompé sur ce point.

« semblables, coniques et terminées par trois ongles très aigus.
« Les trois premières sont rangées à distances égales; mais il y
« a un intervalle entre celles-ci et les dernières, qui, comme aux
« chenilles, occupent l'extrémité du corps. Je n'ai pu y décou-
« vrir d'ouvertures sur les côtés; quelques plis qui s'y trouvent
« ne sont sûrement pas des stigmates pour respirer l'air. Cer-
« taines boulettes ovales qu'on observe dans le corps de quel-
« ques-uns sont des *ovaires* (1), et les grains qu'elles renferment,
« des œufs. Les individus où on les observe sont des femelles;
« d'autres qui n'offrent que des amas de petits grains sont des
« mâles (2). Le *Bärthierchen* mue comme d'autres insectes; on
« rencontre de ses peaux fines et transparentes, avec les pattes,
« les ongles, et contenant les ovaires: et ces peaux ne viennent
« pas d'un animalcule mort; car j'ai été assez heureux pour
« prendre sur le fait et pouvoir faire dessiner l'animalcule se
« détachant de sa peau, et y laissant successivement jusqu'à cinq
« ovaires, au fur et à mesure des progrès qu'il fait pour en
« sortir. »

Comme conclusion, O. F. Müller, après avoir indiqué quel-
ques points de ressemblance avec les insectes, préfère placer
le *Wasserbär* parmi les *Acarus*, sous le nom d'*Acarus Ursel-
lus*. (3)

C'est sous ce nom et avec cette détermination qu'il a été admis
par Gmelin, dans son édition du *Systema naturæ*. (4)

En 1804, une espèce nouvelle est décrite par Schranck (5),
qui la désigne sous le nom d'*Arctiscon tardigradum*. Il la place
dans le groupe d'articulés qu'il désigne sous le nom d'*Insecta
aptera*, entre les *Pulex* et les *Acarus*. Suivant lui, ce serait le
même animal qu'ont décrit Eichhorn et Spallanzani; mais il lui
assigne deux courtes antennes, et seulement deux ongles aux

(1) Ce sont les œufs eux-mêmes que leur grandeur excessive, comparativement à la taille de l'animal, a pu faire prendre pour des ovaires tout entiers.

(2) Ce sont des jeunes. Les Tardigrades sont hermaphrodites.

(3) *Acarus Ursellus*, corpore rugoso, pedibus conicis, O. F. Müller, loc. cit.

(4) T. v, 2924, *Acarus Ursellus*; 36, *A. diaphanus*, supra convexus, subtus planiusculus, macula mediâ nigricante.

(5) *Fauna boica*, t. III, p. 178 et 195.

pieds. Il l'a trouvée dans l'eau des fossés, parmi les herbes aquatiques.

M. Dutrochet, en 1812 (1), a observé dans le sable des gouttières, un animal qu'il regarde comme étant véritablement le *Tardigrade* de Spallanzani, et je partage en cela complètement son opinion; car j'ai été assez heureux pour rencontrer en grande abondance l'espèce qui a été bien caractérisée par M. Dutrochet, et pour pouvoir la comparer avec plusieurs autres, ce que cet habile observateur ne s'était pas trouvé à même de faire. — « Les Tardigrades que j'ai trouvés, « dit M. Dutrochet, ont tous les caractères de véritables insectes. Ils ont six pattes, composées chacune de trois articulations, et terminées par deux crochets. Leur tête, assez semblable au museau d'un dogue, est pourvue de deux yeux latéraux, et armés de bras très courts, situés près de la bouche. La queue offre deux appendices bifurqués, engagés chacun dans une membrane transparente, ce qui forme quatre crochets avec lesquels l'Animal s'attache au corps en cheminant (2). Le corps est parsemé de rides irrégulières qui le font paraître granulé. Vu au microscope, et à la lumière réfractée, il paraît jaunâtre et presque opaque. A l'œil nu (car il est beaucoup plus gros que le Rotifère ressuscitant) ou examiné au microscope à l'aide de la lumière réfléchie, il paraît blanc. » — M. Dutrochet fait ensuite parfaitement ressortir les rapports nombreux qui existent entre l'animal qu'il a observé, et celui dont la description a été donnée par Spallanzani. — « La différence la plus marquante de son Tardigrade avec le mien, « ajoute-t-il, est dans la partie antérieure, qui, dans celui-là est arrondie, et dans celui-ci, se termine par une véritable tête : « C'est qu'en effet, il arrive souvent, et surtout lorsqu'il ressuscite, que la tête, raccourcie et ployée sous le ventre, fait paraître arrondie l'extrémité antérieure de l'animal ». Je ferai connaître, dans le cours de ce Mémoire, l'espèce qui est incontestablement celle de Spallanzani et de M. Dutrochet. Sa

(1) Annales du Museum d'Histoire naturelle, tome XIX, page 381, planche 18.

(2) Ce sont les pattes de la quatrième paire; mais dans cette espèce, elles sont très courtes et assez rapprochées pour qu'on puisse les considérer comme ne constituant qu'un organe terminal.

taille, presque double de celle de toutes les autres, sauf une, et le remarquable ensemble de caractères qu'elle présente, en font incontestablement l'une des espèces les plus importantes du groupe. Je croyais mon travail terminé, lorsque je la rencontrai, après déjà plus de six mois d'étude, et je n'eus pas plus tôt apprécié les ressources qu'elle m'offrait, que je regardai sans hésiter tout ce que j'avais fait précédemment comme non avenu, ou comme pouvant tout au plus me servir de guide pour l'étude approfondie que j'allais faire de cette nouvelle espèce dans laquelle j'entrevois déjà des chances de succès jusque-là tout-à-fait inespérées.

M. de Blainville, en 1826 (1) et en 1828 (2), a parlé du Tardigrade d'après l'observation qu'il avait faite d'un seul individu. Il crut avoir découvert dans sa tête des mandibules. *C'est, dit-il, bien évidemment une larve de Coléoptère.* Cependant M. de Blainville n'a signalé, dans l'animal qu'il a vu, aucune trace d'antennes, sans quoi je serais fort tenté de croire que ce n'était autre chose, en effet, qu'une larve à peine plus grande que le *Tardigrade* de Spallanzani et de M. Dutrochet, et qui se rencontre dans presque toutes les mousses, ainsi que dans le sable des gouttières, mais dont les antennes ne peuvent échapper à aucun observateur. L'individu observé par M. de Blainville était donc, selon toute probabilité, un Tardigrade, mais dont le savant professeur n'a point vu les pattes postérieures qu'avaient déjà décrites et figurées Goeze, Müller, Eichhorn, qu'avait signalées Schranck dans son *Arctiscon tardigradum*; ni les *filamens postérieurs* observés par Spallanzani et retrouvés depuis par M. Dutrochet.

Jusqu'ici, comme on le voit, la plupart des auteurs qui ont eu occasion de parler des Tardigrades, se sont contentés d'en donner une description plus ou moins étudiée, avec quelques aperçus assez vagues sur leurs rapports et sur la place qu'ils doivent occuper dans la série animale. Nous n'avons pas encore rencontré, si ce n'est dans le travail de O. F. Müller,

(1) Annales des Sciences naturelles, tome XI, 1826, page 105.

(2) Dictionnaire des Sciences naturelles, tome LII, 1828, article *Tardigrada*.

d'efforts sérieusement faits pour pénétrer jusqu'à leur anatomie et à leur physiologie proprement dites. M. Schultze est donc entré dans une voie nouvelle relativement à l'histoire de ces animaux singuliers, par l'étude qu'il en a faite et dont il a publié les résultats en 1834 (1); mais M. Dujardin a depuis fait voir que M. Schultze s'était beaucoup trop avancé, et qu'il a attribué au Tardigrade qu'il a observé une perfection d'organisation qu'il est loin de posséder en effet. Suivant l'auteur allemand, en effet, ce ne serait rien moins qu'un Crustacé isopode, dont il fait un genre particulier sous le nom de *Macrobotus*, tiré de la remarquable propriété qu'il a de pouvoir conserver presque indéfiniment, quand il est desséché, la faculté de revenir à la vie. M. Schultze a vu et étudié le système digestif; mais un des résultats du travail que je présente aujourd'hui sera de prouver qu'il s'est trompé dans l'interprétation qu'il a donnée de presque toutes les parties dont ce système se compose. Les erreurs qu'il a commises en assignant au *Macrobotus* tout un système circulatoire à canaux propres et jouissant d'une contractilité qui serait le principe des mouvemens qu'exécute le liquide nourricier (2), ces erreurs, dis-je, sont plus graves encore. Le peu qu'il a dit touchant la respiration et la génération m'a paru exact, mais trop incomplet pour pouvoir jeter quelque jour sur les rapports naturels de l'espèce observée par lui, et des espèces probablement fort nombreuses qui font partie du même groupe.

Le *Macrobotus Hufelandii* offre à chaque membre deux ongles bifides. M. Ehrenberg, dans une courte note, insérée dans l'*Isis* à la suite du mémoire de M. Schultze décrit une espèce à trois ongles, à laquelle il donne le nom de *Trionychium*

(1) *Isis*, 1834, page 708.—*Macrobotus Hufelandii animal à Crustaceorum classe novum, reviviscendi post diuturnam asphyziam et ariditatem potens, etc. cum tabulâ lithographica*, Berolini, 1834, brochure latine in-4.

(2) *In utroque latere intestini et in medio dorso vasa sanguifera tria posita sunt, in primo corporis segmento et in quarto, anastomosi conjuncta. Sanguis quem continent, globulis conspicuus, non circulo, sed fluctuans movetur, vasorum contractionibus.* Schultze, dans la brochure citée.

ursinum. Je ne crois pas que ce caractère d'avoir un ongle de moins, justifie l'établissement d'un genre distinct de celui de M. Schultze. M. Ehrenberg paraît n'avoir pas connu le travail de O. F. Müller, dont il confirme pleinement les belles observations, sans les rendre plus complètes, si ce n'est en ce qu'il considère avec raison comme étant des œufs ce que Müller avait appelé des ovaires; mais ce qu'il y a surtout de remarquable, c'est que M. Ehrenberg n'ait point saisi les rapports que depuis M. Dujardin a établis entre les Tardigrades et ses Infusoires Rotateurs; bien loin de là, c'est parmi les Crustacés, à côté des Lernées, qu'il a cru pouvoir placer son genre *Trionychium*.

Telle est aussi la place que lui assigne M. Perty (1), qui en fait le type d'une famille, à laquelle il donne le nom de *Xenomorphidæ*. Il restitue au genre le nom d'*Arctiscon*, que Schranck avait donné à l'espèce observée par lui trente ans auparavant et y reconnaît quatre espèces, d'après les descriptions des auteurs, savoir:

1° L'*Arctiscon Mülleri*, qui serait celle de Goeze, Eichhorn, Müller, Ehrenberg, et qu'a observée M. Perty lui-même.

2° L'*Arctiscon Schranckii*, qu'a décrite Schranck, et qui pourrait être, suivant M. Perty, celle de Spallanzani.

3° L'*Arctiscon Hufelandii*, décrite par Schultze.

4° L'*Arctiscon Dutrochetii*. Nous ne pouvons nous défendre d'un certain étonnement en voyant cette dernière isolée de celle de Spallanzani, sans faits nouveaux à l'appui de cette opinion, après le soin qu'avait pris M. Dutrochet de démontrer (le terme ne nous semble pas exagéré) l'identité des deux espèces.

Un mémoire, publié par M. Nitzsch sur le même sujet dans les Archives de Wiegmann (2) n'ajoute rien à ce qui précède et se réduit, comme celui de M. Perty, à une simple discussion synonymique. Il importe pourtant de remarquer que M. Nitzsch assure avoir observé lui-même l'espèce à trois ongles, le *Trionychium ursinum* de M. Ehrenberg, qu'il propose d'appeler *Arctiscon tridactylum*.

Tous ces aperçus n'avaient guère eu d'autre résultat définitif

(1) Isis, 1824, page 1242.

(2) 1836, 1^{re} partie, page 374.

que de bien constater l'existence des animaux singuliers qui vent faire l'objet de ce Mémoire. Aussi, dans la nouvelle édition de ses œuvres, qu'il a donnée en 1837 (1), M. Dutrochet, qui probablement n'ignorait pas les résultats hautement annoncés par M. Schultze, n'en a-t-il pas tenu compte. Son opinion de 1812 s'est modifiée; mais cette modification même le reporte jusqu'à O. F. Müller, au lieu de le rattacher à aucun des observateurs nombreux dont j'ai essayé d'esquisser successivement les vues. Ayant rencontré dans la mousse des toits une espèce que j'y avais trouvée moi-même dès le début de mes recherches (*Emydium*), et dont les rapports avec les Tardigrades se manifestent au premier coup-d'œil, bien qu'elle offre certaines ressemblances avec les Acariens. M. Dutrochet regarda la première espèce comme une larve de la seconde, qu'il n'hésite pas à placer parmi les *Acarus*, comme l'avait fait O. F. Müller pour l'espèce dont j'ai déjà eu tant de fois occasion de parler dans cet exposé historique.

Le dernier travail dont j'aie à rendre compte, est celui de M. Dujardin (2). Cet observateur a signalé les erreurs commises par M. Schultze relativement au système circulatoire. Il a fait voir aussi que son prédécesseur s'était trompé dans l'interprétation de diverses parties du système digestif, et il en a donné une interprétation nouvelle, mais non moins différente de celle à laquelle nous serons conduits, bien qu'elle prenne certainement sa source dans une étude plus attentive et plus délicate des pièces de la bouche. D'un autre côté, si M. Schultze, pour élever le *Macrobotus* au rang des Crustacés, lui avait attribué une organisation beaucoup trop élevée, M. Dujardin, entraîné par les belles découvertes dont il est l'auteur, sur les *organismes inférieurs*, paraît refuser au Tardigrade et à ses congénères une importance qui leur appartient en effet dans la série anatomique et physiologique des animaux. Ne s'est-il pas aussi trop méfié de l'exactitude et de l'habileté des nom-

(1) Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux, Paris, Baillière, 1837, tome II, page 413.

(2) Annales des Sciences naturelles*, deuxième série, 1838, tome X, page 181.

breux observateurs qui l'ont précédé, quand il rapporte à l'espèce unique qu'il a observée tous les faits qu'ils ont annoncés, toutes les descriptions qu'ils ont données, ce qui permet de croire qu'il considérait les *filamens* terminaux décrits par Spallanzani, et vus de nouveau quarante ans plus tard par M. Dutrochet, les *antennes* signalées par Schranck, les *petits bras* que M. Dutrochet annonce comme existant autour de la bouche de son Tardigrade, l'existence de trois ongles attestée par Goeze, Eichhorn, Müller, Ehrenberg, Perty, Nitzsch, comme autant d'erreurs d'observation.

Mais ce qui assure au travail de M. Dujardin une place importante dans l'histoire des animaux qui nous occupent, c'est qu'il leur a assigné leurs rapports naturels, en ne craignant pas de les réunir aux Rotifères, c'est-à-dire à ceux de tous les animaux inférieurs dont il devait sembler peut-être qu'on dût les tenir le plus éloignés, pour en former un groupe unique auquel il donne le nom de *Systolides*. Après deux années presque entièrement consacrées à l'étude de ces êtres singuliers et d'une organisation jusque-là, ou si négligée, ou si vainement débattue; après avoir établi, je l'espère du moins, d'une manière définitive, la théorie à très peu près complète de tous leurs systèmes organiques; après avoir découvert dans ces organisations si éloignées de la portée de nos sens livrés à eux-mêmes, un ensemble de faits que rien de ce qu'on avait dit jusque-là n'eût permis d'y prédire sans témérité; je n'en aurai pas retiré d'autre profit pour la classification, que d'avoir fourni de nouvelles données pour fixer sur des résultats anatomiques et physiologiques, une détermination zoologique et des rapports naturels auxquels M. Dujardin était arrivé depuis plusieurs années déjà, et qu'il avait établis avec une certitude de jugement à laquelle je suis heureux de pouvoir rendre cet hommage (1).

(1) M. Dujardin a fait, depuis cette époque de nouvelles recherches sur les Tardigrades; mais il a eu l'extrême délicatesse de les suspendre, et d'en ajourner la publication, dès qu'il a su que depuis plus d'un an déjà ces animaux étaient de ma part l'objet d'un travail spécial.

ÉTAT ACTUEL DU GROUPE DES TARDIGRADES.

Nous admettons donc la classe des Systolides telle que l'a établie M. Dujardin (1), sans en discuter ici les caractères anatomiques, qui ne pourront être fixés d'une manière définitive que lorsqu'on aura déterminé avec quelque certitude, comme nous le faisons, dans ce mémoire, pour les Tardigrades, l'organisation des genres que nous connaissons déjà comme devant en faire partie, et de ceux qui à l'avenir seront appelés à y prendre place. Aux caractères zoologiques assignés par M. Dujardin, j'ajouterai cependant un caractère anatomique auquel sa nature même me semble donner une grande importance; c'est la position de l'ovaire, supérieur à l'intestin, ou, en termes plus précis, situé à la face du corps opposée à l'anus, ou mieux encore, situé à l'opposé du système nerveux; car ce système, je ne l'ai, il est vrai, déterminé que dans les Tardigrades, et je ne crois même pas qu'il ait encore été réellement aperçu ailleurs; mais ce que j'ai observé chez ces derniers animaux est tellement complet, et, ce qui est plus important, tellement en rapport avec les lois générales du système nerveux chez les animaux annelés (*Annulosa* Leach, Mac-Leay, etc.), qu'il doit être permis de regarder ce système comme ayant conservé dans la classe, d'ailleurs si naturelle des Systolides, toute l'importance, toute la fixité de formes et de rapports qui le caractérisent dans l'embranchement entier des Annelés. J'ai donc la conviction qu'on reconnaîtra chez tous les Systolides le système nerveux, et qu'il se présentera, chez tous, sous la forme d'une chaîne ganglionnaire médiane sous-intestinale, et opposée à l'ovaire.

Les Systolides constitueront une classe naturelle dont M. Dujardin a déjà indiqué les rapports avec les Crustacés et les An-

(1) *Annales des Sciences naturelles*, deuxième série, 1838, tome x, pages 185 et suiv.

nelides. Mais il ne me paraît pas possible de prévoir ce qu'elle pourra devenir un jour, par le nombre, petit ou grand, d'animaux qui pourront y être réunis. Toutefois, dès aujourd'hui, elle doit être partagée en deux groupes au moins, qui dans l'état actuel des choses me semblent fort naturels.

Le premier comprend les *SYSTOLIDES BROYEURS*. Il doit être caractérisée par l'absence de membres, par la présence d'un appareil mandibulaire broyeur, et d'un appareil vibratoire plus ou moins développé, et comprend, outre la plus grande partie des *Rotateurs*, le genre parasite *Albertia* de M. Dujardin.

Le second, auquel appartiennent les *Tardigrades*, se compose au contraire de *SYSTOLIDES SUCEURS*. Ses caractères sont : l'existence de membres, l'absence de tout appareil vibratoire, l'appareil perforant qui, dans leur bouche, remplace les mandibules des *Rotateurs*.

GROUPE DES TARDIGRADES.

Les espèces de ce groupe que j'ai observées me paraissent devoir être réparties en trois Genres caractérisés de la manière suivante :

I. GENRE EMYDIE. EMYDIUM. (1)

Tête pourvue d'appendices. *Museau* complètement conique, sans appendices ni ventouse terminale.

Épiderme demi solide, offrant, surtout à la face supérieure du corps, une division annulaire très manifeste.

Quatre paires de *pattes*.

Quelques traces de *métamorphoses*.

(1) Diminutif de *ἔμυς*, Tortue, par allusion à la lenteur excessive des mouvements.

1^{re} Espèce. EMYDIE TORTUE. *Emydium testudo*.

(Planche 12, fig. 1, 2 et 3).

Couleur rouge-brun (terre de Sienne). *Corps* opaque, ovoïde. *Sang* fortement coloré.

Trompe conique, offrant des traces d'une division en trois anneaux. Tête confusément partagée en trois segmens dont le premier et le troisième offrent de courts filamens sétiformes portés sur des mamelons très courts, et le second un appendice palpiforme mousse et aplati.

Tube pharyngien très grêle; stylets droits; *bulbe* sans charpente intérieure articulée.

Points oculiformes petits, ovalaires, simples et fluides en apparence, de la couleur générale, visibles surtout par la face inférieure du corps.

Tronc divisé en quatre anneaux simples. Quatre longs filamens portés par le premier, dans l'âge adulte (deux en avant, près du bord antérieur, deux à l'angle latéro-postérieur); deux à l'angle latéro-inférieur du second; deux courtes épines à l'angle latéro-dorsal du troisième; deux filamens beaucoup plus longs que les autres, portés sur l'arrière et près du bord postérieur du quatrième anneau.

Membres partagés en trois segmens, la partie moyenne de l'enveloppe de chacun, mais surtout du second, étant plus fortement colorée et paraissant plus solide que les interstices. Chaque membre est armé de quatre ongles grands et forts, et la paire postérieure porte en outre en arrière une sorte d'éperon sur le bord inférieur du deuxième segment.

Mouvements excessivement lents.

Taille moyenne à l'âge adulte : 0^{mm},30 à 0,33 (1) du bout du museau étendu, au bord postérieur du quatrième anneau, sur 0^{mm},12 en largeur.

(1) Ici, comme dans tout le reste du Mémoire, nous prendrons pour unité le millimètre : 0^{mm},33 ou même 0,33 signifieront donc 33 centièmes ou 1/3 de millimètre.

Oeufs à surface lisse, sphérique ou légèrement ovoïde, opaques, de couleur brun-rouge foncé, d'un diamètre de 0,07 à 0,08 (Pl. 12, fig. 6, 7, 8); ils sont pondus dans la dépouille de la mère.

Le jeune, au moment de l'éclosion, est long de 0^{mm},10 à 0,12; il offre seulement les deux filamens antérieurs du premier anneau, et les deux du dernier, et chacun de ses membres ne possède que deux ongles. C'est dans la mue qui a lieu lorsqu'il atteint la taille de 0,16 à 0,18, que les deux autres ongles apparaissent.

Habite la mousse des toits en tuiles. Très commun à Paris.

Nota. Parmi les individus que j'ai rattachés à cette espèce, presque tous ceux que j'ai rencontrés à Paris n'ont, à l'âge adulte, que la paire antérieure de filamens sur le premier anneau.

2^e Espèce. ÉMYDIE ÉPINEUX. *E. spinulosum.*

(Planche 12, fig. 9).

Probablement un peu plus grand que le précédent. Les deux seuls individus que j'aie jamais rencontrés avaient 0,33 à 0,35.

La première paire de *filamens* existe seule; les trois autres sont remplacées par une très courte épine qui se voit également à l'angle latéro-inférieur du troisième, où il n'y avait pas de filament dans l'espèce précédente; deux longues épines à l'angle latéro-dorsal du second et du troisième anneau (Pl. 12, fig. 10).

Les deux *ongles* médians de chaque pied armés à leur face inférieure d'une épine, visible surtout à la dernière paire.

Tête, appendices céphaliques, segmentation du tronc, membres, éperon de la dernière paire de pattes, couleur, en tout semblables à ceux de l'*E. testudo*.

Trouvé dans la mousse d'un toit, à Saint-Maur, près Paris, où il est extrêmement rare.

3° Espèce. EMYDIE GRANULÉ. *E. granulatum*.

Trouvé au Muséum d'histoire naturelle, sur la mousse qui recouvre le squelette du Cachalot. Il ressemble complètement à l'espèce précédente; mais les deux épines postéro-inférieures du premier anneau manquent, celles du dernier sont réduites à un petit tubercule conique, et les épines latérales inférieures des deuxième et troisième anneaux sont convertis en de longs filaments pareils aux filaments antérieurs du premier anneau.

Granulation de l'épiderme dorsal plus sensible que dans les autres espèces, très serrée, disposée suivant des lignes extrêmement régulières.

L'Emydium granulatum pourrait jusqu'à un certain point être considéré comme un passage entre la première et la deuxième espèce, et je ne serais pas très éloigné de les considérer toutes les trois comme de simples variétés d'une seule et même espèce. Je n'ai pu cependant m'empêcher d'être frappé de ce fait que, si d'une part les différences sont faibles, d'une autre part, je les ai trouvées d'une constance absolue chez les individus d'une même localité, ce qui semblerait indiquer qu'elles se transmettent d'une génération à celles qui en descendent, et qu'elles sont par conséquent *spécifiques*.

II° GENRE MILNESIE. MILNESIUM.

(Planche 13.)

Tête portant à sa partie antérieure et latérale deux appendices palpiformes très courts; *bouche* terminée par une ventouse entourée de palpes.

Peau molle, coupée transversalement par des sillons, en anneaux de formes variables.

Quatre paires de *pattes*.

Anneaux du tronc bisegmentés.

Aucune trace de *métamorphoses*.

En dédiant ce genre à M. Milne Edwards, c'est moins un hom-

mage que j'ai voulu rendre au savant, qu'un témoignage de ma reconnaissance pour l'homme auquel je dois tout : et j'ai choisi de préférence l'espèce qui m'a fourni le plus d'éléments de succès, parce que j'ai cru lui dédier ainsi mon travail tout entier.

Espèce. MILNÉSIE TARDIGRADE. *M. tardigradum* (Pl. 13, fig. 1).

Le Tardigrade, Spallanzani. *Opusc. de phys. anim. et végét.*, tome II, page 348 et suiv. Pl. 4, fig. 7 et 8. Pl. 5, fig. 9.

Tardigrade Dutrochet. *Ann. du Mus. d'Hist. nat.*, tome XIX, page 381, Pl. 18, fig. 17. — *Mémoires pour servir etc.*, tome II, page 413. Pl. 29, fig. 17.

Arctiscon Schranckii? et *Arctiscon Dutrochetii*, Perty. *Isis*, 1834, page 1242.

Bouche entourée de six petits palpes inégaux disposés symétriquement, décroissant de la partie supérieure à la partie inférieure; un en dessus plus grand, un en dessous très petit, situés dans le plan médian.

Tête arrondie en avant lorsque le museau est rentré; points oculiformes assez grands, granuleux. Tube pharyngien très dilaté; stylets très petits; bulbe allongé, pyriforme, sans charpente intérieure.

Corps transparent, plus atténué à ses deux extrémités et surtout à la postérieure, que dans aucune des autres espèces.

Sang incolore.

Peau légèrement colorée en brun-jaune.

Membres, les trois paires antérieures à-peu-près égales, la postérieure très courte, ne ressemblant plus qu'à deux mamelons presque sans traces de divisions annuliformes.

Ongles au nombre de quatre à chaque patte, dont deux terminaux simples et en forme de filamens allongés crochus à l'extrémité, portés chacun sur un mamelon distinct; deux situés en dessous et en dedans, l'antérieur divisé en trois crochets fortement courbés, le postérieur en deux. Les ongles ou filamens terminaux de la quatrième paire sont plus longs que ceux des trois premières.

Mouvements vifs.

Taille moyenne de l'adulte vivant, 0^{mm},50 à 0,60.

Je n'ai rencontré que deux fois (dans une mousse recueillie en février) les œufs de cette espèce, que j'ai étudiée depuis juillet 1839 jusqu'à mars 1840. Ils sont à surface lisse, opaque: les premiers étaient colorés en brun rouge comme ceux de l'*Emydium testudo*, mais d'une teinte beaucoup plus légère; les seconds étaient incolores; ils avaient 0^{mm},08 à 0^{mm},09 dans leur plus grand diamètre, 0,07 à 0,08 dans leur diamètre le plus petit, quelquefois même ils sont sphériques. Il y en avait cinq, renfermés dans la dépouille de l'animal. Ayant placé les premiers dans un verre de montre, j'en trouvai deux éclos quatre jours après.

Les petits sont d'une extrême agilité, complètement incolores.

Ils sont longs de 0^{mm},25 et ne subissent avec l'âge d'autre changement que leur accroissement suivant toutes les dimensions.

Cette espèce habite la mousse des toits. Elle est abondante à Saint-Maur.

III^e GENRE MACROBIOTE. MACROBIOTUS, Schultze.

Tête sans appendices. Bouche terminée par une ventouse dépourvue de palpes. Peau molle, divisée seulement par des rides variables. Quatre paires de pattes. — Aucune trace de métamorphoses.

I^{re} Espèce. MACROBIOTE DE HUFELAND. *M. Hufelandii*, Schultze.

(Planche 14, fig. 1).

Artiscon Hufelandii, Perty, loc. cit.

Artiscon Hufelandii, Sive *tetradactylum*, Nitzsch.
(Archives de Wiegmann, 1835, tome I, page 377.)

Corps de forme cylindrique transparent et complètement incolore.

Tête arrondie en avant, offrant des points oculiformes petits, mais bien distincts et fortement colorés.

Ventouse, tube pharyngien, stylets, également bien développés.

Bulbe œsophagien soutenu par une charpente solide et formée de pièces articulées.

Membres égaux.

Ongles au nombre de deux, bifides, réunis par une sorte de palmure; la pointe interne de chacune est elle-même très finement bifide.

Mouvemens assez vifs.

Taille de l'adulte excessivement variable. Chez tous ceux que j'ai observés à Paris, elle était comprise entre 0,30 et 0,40; mais à Saint-Maur, j'en ai rencontré des individus dans une mousse recueillie le long des murs du parc, qui avaient jusqu'à 60, et même 75 centièmes. Aussi ai-je eu la pensée de considérer ces derniers comme appartenant à une espèce distincte; mais il m'a été impossible de leur reconnaître aucun caractère particulier.

C'est la plus commune de toutes les espèces; on la trouve dans toutes les mousses qui croissent sur les toits, les murs, les pierres isolées, au pied des arbres, etc. J'ai pu m'assurer que c'est bien la même qu'à d'écrite M. Schutze, en la comparant avec les individus que contenait le sable de gouttière remis par lui à M. Elie de Beaumont, et apporté par ce savant à Paris pendant l'hiver de 1838 à 1839.

Les œufs du *M. Hufelandii* (Pl. 14, fig. 8 et 9) sont ordinairement de forme presque complètement sphérique. J'en ai vu, chez les grands individus précédemment cités, jusqu'à 11 dans l'ovaire, tous arrivés à-peu-près à la moitié de leur développement; mais leur nombre ordinaire est de trois à sept. Ils ont un diamètre de 0,07. Leur enveloppe est hérissée de tubercules renflés au sommet; l'animal les abandonne isolément dans le sable et parmi les végétaux où il vit: une seule fois je les ai trouvés contenus dans une dépouille épidermique, et trois ou quatre fois, au nombre de deux ou trois, dans l'étui formé par la cuisse macérée d'un insecte.

II^e Espèce. MACROBIOTE OBERHAEUSER. *Macrobotus Oberhaeuser*

(Planche 14, fig. 11.)

Fortement coloré en brun, distribué par taches bien distinctes, mais peu symétriques, variant de grandeur et d'intensité suivant les mouvemens de l'animal.

Ces taches semblent distribuées suivant cinq bandes longitudinales, dont la médiane surtout est fort remarquable par sa forme, qui nous a fait croire long-temps à l'existence d'un grand vaisseau dorsal. En examinant attentivement ces taches et ces bandes, on peut s'assurer que le principe de la coloration réside dans la couche interne de l'enveloppe, qui est plus transparente ou moins fortement colorée là où son épaisseur est occupée par des muscles, et là où elle s'amincit pour constituer des plis : beaucoup plus colorée, au contraire, dans les intervalles entre les plis, et aussi dans les points où, vue obliquement, elle est traversée suivant une plus grande épaisseur par les rayons lumineux qui arrivent à l'œil. Ainsi la bande longitudinale médiane correspond à l'intervalle des deux séries musculaires dorsales ; les deux moyennes de chaque côté aux deux bords vus obliquement du lobe médian longitudinal du corps ; enfin les deux externes, aux bords externes du tronc lui-même, qu'elles suivent jusqu'au bord antérieur de la tête.

Bouche très peu proéminente, située plus inférieurement que dans les autres espèces, ventouse petite, tube pharyngien très grêle, bulbe ovalaire, plus petit que dans l'espèce précédente, soutenu par une charpente interne dont les pièces sont plus petites et plus globuleuses que celles du *Macrobotus Hufelandii*.

Pas de *points oculiformes*.

Membres égaux.

Ongles au nombre de trois, dont un terminal simple, ayant la forme d'un filament court, comme les deux ongles terminaux du *Milnesium tardigradium* ; les deux autres forts et crochus,

situés plus en dedans, à la base du mamelon terminal, l'antérieur double, ou bifide, le postérieur simple.

Mouvements très vifs.

Longueur moyenne, 0^{mm},25 à 0,30.

Les œufs, incolores, sont sphériques, d'un diamètre d'environ 0,06; leur enveloppe est couverte de mamelons gros, courts et obtus qui leur donnent exactement l'aspect d'une framboise. On les rencontre dans les mêmes circonstances que ceux du *Macrobiotus Hufelandii*.

Le jeune, lorsqu'il sort de l'œuf ressemble complètement à l'adulte; mais il est d'une transparence parfaite, et sans aucune trace de coloration. C'est alors que l'on peut constater d'une manière irréfragable l'absence des points oculiformes. Je n'ai rencontré cette espèce avec des œufs que pendant la dernière moitié de l'année: aussi pendant fort long-temps l'avais-je regardée comme étant le mâle de la précédente. Quelquefois l'ovaire renferme jusqu'à sept œufs presque complètement développés, et se prolonge en avant jusque dans la tête, au-delà du bulbe pharyngien.

Elle se rencontre dans la mousse des toits, en compagnie des précédentes. Elle existait avec le *Macrobiotus Hufelandii* et l'*Emydium testudo* dans le sable de M. Schultze qui en avait même signalé l'existence dans la petite note jointe par lui à l'envoi du sable. Comme elle n'a été décrite ni nommée nulle part que je sache, je suis heureux de pouvoir la dédier à l'artiste habile et consciencieux, M. Georges Oberhaeuser, auquel je suis redevable de l'excellent instrument avec lequel j'ai fait toutes mes recherches, et qui, non content de m'avoir mis entre les mains des moyens supérieurs d'observation, s'est toujours montré prêt à de nouvelles tentatives pour les perfectionner.

III^e Espèce. MACROBIOTE OURSELET. *M. Ursellus*.

Der Kleine Wasserbär, Goeze, in *Bonnet's Abhandlungen aus der Insectologie*, Halle 1773 s. 367-375, tab. iv, fig. 7 (d'après Gmelin).

- Le même, dans le *Naturforscher*, 20 st., page 114.
Das Bärthierchen (*Acarus Ursellus* Otto Friedr. Muller in
Fuesly's Archiv. der Insecten geschichte, VI, 25 st., tab. 36.
Acarus Ursellus Gmelin, *Systema naturæ*, édit., XIII, pars v,
page 2924.
Trionychium ursinum, Ehrenberg, *Isis*, 1834, 7 st. 710.
Arctiscon Mulleri, Perty, loc., cit.
Arctiscon tridactylum, Nitzsch, *Archives de Wiegman*, 1835,
1^{re} partie, page 377.

Malgré les recherches que j'ai faites dans ce but, je n'ai pu rencontrer cette espèce aux environs de Paris. Mais il n'en est pas dont l'existence me paraisse mieux constatée. Toutefois, comme les caractères n'ont pu être donnés comparativement avec les autres espèces, je ne puis lui assigner que les suivans; mais ils suffisent à l'établir nettement comme distincte de toutes les autres :

« Trois ongles aux pattes.

« Oeufs à enveloppe interne lisse, pondus dans la dépouille épidermique de l'animal ».

Point de palpes autour de la bouche; pattes non terminées par des ongles en forme de filamens.

Se trouve dans l'eau des fossés, sous les herbes aquatiques, et les lentilles d'eau; abonde dans l'écume jaunâtre qui recouvre le frai de grenouilles au mois d'avril.

IV^e Espèce. MACROBIOTE DUJARDIN. *Macrobiotus Dujardin*.

Tardigrade, Dujardin, *Ann. des Sc. nat.* 2^e série, tome 10, page 181 et suiv.

Cette espèce, qui fait l'objet du mémoire de M. Dujardin, ressemble assez au *M. Hufelandii*, pour que cet habile observateur, avec les élémens qu'il possédait, n'ait pas dû songer à l'en distinguer. Elle en diffère pourtant certainement; mais M. Dujardin seul pourra en donner les caractères définitifs. Son sang, d'après le mémoire où elle est décrite, ne renfermerait

qu'exceptionnellement des globules granuleux (mémoire cité, page 185), Cette dernière particularité demande à être soigneusement constatée: mais ce qui sépare à coup sûr l'espèce dont il s'agit de toutes les autres, c'est que, en même temps qu'elle offre deux ongles bifides à chacun de ses pieds comme *M. Hufelandii*, elle pond des œufs lisses dans l'intérieur de sa dépouille épidermique comme *M. Ursellus*, qui n'a que trois ongles aux pieds (*loc. cit.*).

Quant à son habitation, voici ce qu'en dit M. Dujardin. « J'ai trouvé le Tardigrade, comme Eichhorn, dans des flacons où je conservais depuis plus d'un an des conferves et des lentilles d'eau. Je l'ai trouvé aussi très abondamment dans l'eau des petites mares de la forêt de Fontainebleau, avec les *Brachions*, les *Floscularia*, etc., entre les rameaux d'une mousse très délicate (*Hypnum fluitans*). »

Aux trois divisions génériques précédentes, il faudra peut-être ajouter le

GENRE ARCTISCON Schranck.

Rien de ce que je connais ne m'a paru assez décisif relativement à l'animal décrit par Schranck, soit pour le considérer comme formant le type d'un genre distinct, soit pour le rattacher à quelqu'une des espèces, ou du moins à l'un des genres qui précèdent. Schranck l'avait cru identique avec le *Tardigrade* de Spallanzani, et avec le *Wasserbär* d'Eichhorn. Voici le résumé de ce qu'il en dit :

Wasserbärchen, Arctiscon.

Pieds 8, de forme cylindrique, les postérieurs terminaux, tous biungulés.

Corps demi cylindrique, annelé.

Yeux, deux, très petits.

Fauna boica, tome 3, 1^{re} partie, page 178.

Il habite les fossés remplis d'herbes aquatiques, et où il n'y a

que peu d'eau. Il est gélatineux, *transparent*. Sa tête est façonnée presque comme celle d'une chenille, et offre de même aussi *deux courtes antennes*, etc. Schranck ne signale aucune coloration.

Il résulte de ce que dit Schranck qu'il a étudié les ongles d'une manière toute particulière, puisqu'il parle même des muscles qui les mettent en mouvement. Or comment n'en eût-il vu que deux, alors que *Milnesium tardigradum* en a quatre à tous ses âges, et qu'*Eichhorn*, cité par lui, en avait figuré trois dans *Macrobotus Ursellus*. Eût-il pu prendre les sortes de mamelons palpiformes à peine visibles de *Milnesium tardigradum* pour de *courtes antennes*, et pouvait-il lui venir à l'esprit de les comparer aux antennes d'une chenille? Ajoutons que *Milnesium tardigradum* ne devient véritablement *transparent* que par des moyens que j'indiquerai plus tard, et que Spallanzani et M. Dutrochet l'ont signalé comme trop *opaque* pour que l'on pût jamais espérer d'en pénétrer l'organisation intérieure. Enfin, cette espèce vit dans les mousses, et je suis peu porté à croire qu'on le rencontre jamais dans les eaux stagnantes des fossés ou autres lieux.

J'exprimerai des doutes de la même nature relativement au *Wasserbär* d'Eichhorn (1). Tous les auteurs qui ont cité Eichhorn l'ont accusé d'avoir commis une erreur grave en décrivant et figurant son animal comme ayant 10 pieds au lieu de 8. M. Nitzsch essaie même de faire voir qu'une semblable erreur a dû être facile : mais autant je m'explique aisément comment plusieurs auteurs n'ont aperçu que trois paires de pattes, la quatrième étant presque toujours cachée sous la partie postérieure du tronc, autant j'ai peine à comprendre qu'un observateur qui ne fut pas sans quelque mérite, qui a figuré le *Wasserbär* d'une manière reconnaissable, avec ses trois ongles à chaque membre, aurait pu lui donner une paire de membres et un anneau de

(1) *Beiträge zur Naturgeschichte der Kleinsten-Wasserthiere*, etc. Berlin, 1781, page 74, planche 8, figure E.

trop sur cinq. L'erreur viendrait d'après M. Nitzsch de ce que Eichhorn aurait observé l'animal de côté, ce qui aurait fait confondre les pattes de droite avec celles de gauche, supposition qui n'est pas seulement gratuite, mais qu'on ne peut admettre à aucun titre. Eichhorn a représenté son animal vu par-dessus. Ajoutons que, même en employant les moyens que nous possédons aujourd'hui, la position de côté est celle qu'il est le plus difficile de lui donner, celle qui est la plus défavorable pour l'observation, parce que l'animal, s'il est vivant, tend de tous ses efforts à la quitter, et que, s'il est mort, il suffit de son seul poids pour l'entraîner dans une position différente. Placé sur une lame de verre, le Tardigrade se renverse presque toujours sur le dos; et quiconque l'aura vu dans cette position, regardera comme impossible que l'observateur même le plus inexpérimenté puisse se tromper d'une paire de membres, surtout quand il signale la paire postérieure, et Eichhorn est à cet égard on ne peut plus explicite. — « Il a huit pieds, quatre « de chaque côté et deux en arrière, garnis d'ongles robustes ». Disons encore qu'à cette époque, Goetze avait publié depuis huit années dans la même langue qu'Eichhorn, une description et une figure de *M. Ursellus*, avec trois pattes seulement de chaque côté, et que Eichhorn paraît avoir connu le travail de Goetze, à en juger par le soin qu'il prend de faire remonter à 1767 la découverte qu'il a faite de son *Wasserbär*.

Personne ne me saura mauvais gré d'avoir insisté d'une manière toute spéciale sur ce point. Il serait loin d'être indifférent que le tronc des Tardigrades fût constamment composé de quatre anneaux, ou que nous pussions avoir à placer dans le même groupe des animaux chez lesquels il le serait de cinq anneaux ou même davantage. Je ne pourrais plus d'ailleurs m'appuyer sur la raison qui a rendu les observateurs précédents trop sévères vis-à-vis d'Eichhorn. Presque tous, ils considéraient le *Tardigrade* comme une espèce unique, et tenaient pour erroné tout ce que ne leur offrait pas celle qu'ils observaient; nous en avons maintenant huit au moins, offrant entre elles des différences extrêmement notables; et dont j'ai observé six par mes propres yeux.

CHAPITRE II.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DES TARDIGRADES.

1^{re} PARTIE.

Composition générale et fonctions de nutrition.

§ 1^{er}. *Coup-d'œil d'ensemble sur l'organisation des Tardigrades.*

Ce sont des animaux symétriques, annelés, pourvus de membres. Ils sont formés extérieurement par une enveloppe multiple, sujette à la mue de sa couche la plus externe. Cette enveloppe forme une sorte de sac distendu par un liquide qui paraît le seul fluide nourricier que contienne l'animal, mais qui n'est soumis à aucune circulation régulière. Divers points de cette enveloppe donnent attache à des muscles nombreux qui ne paraissent être que des fibres contractiles simples. A la face inférieure du corps, est un système de ganglions qui envoie des nerfs dans tout l'ensemble.

L'enveloppe externe, en rentrant en elle-même à ses deux extrémités, constitue un canal droit, mais offrant sur son trajet plusieurs renflemens et quelques appendices dont l'ensemble forme un appareil digestif complet. Dans le cloaque qui termine cet appareil, en arrière, vient s'aboucher l'appareil de la génération, composé d'organes producteurs des œufs ou organes femelles, et d'organes producteurs et conservateurs de l'élément fécondant ou organes mâles. Ces deux systèmes d'organes sont bien distincts l'un de l'autre.

Tel est l'ensemble de l'organisation que nous allons essayer d'étudier à fond dans toutes ses parties.

§ 2. *Forme et composition du corps.*

Les Tardigrades sont de forme ovale plus ou moins allongée, chez les espèces des deux genres *Milnesium* et *Macrobiotus*, le rapport du diamètre longitudinal au plus grand diamètre transversal est d'environ 3 ou 4 à 1; chez les *Emydium*, ce rapport se réduit à celui de 2 à 1.

elle entre toutes les espèces de Tardigrades des relations toutes nouvelles, une véritable unité de composition à laquelle je ne puis me défendre d'attacher quelque importance.

Et d'abord, l'ensemble du corps se trouve ainsi nettement partagé, suivant sa longueur, en deux régions beaucoup plus distinctes qu'on ne pourrait le conclure de la simple considération des formes extérieures. Ces deux régions sont :

- 1° Une tête, représentant deux anneaux;
- 2° Un tronc, constitué par quatre anneaux dans toutes les espèces bien authentiques que nous connaissons, et peut-être par cinq dans celle qu'a décrite Eichhorn.

1° Tête.

La tête présente des formes singulièrement différentes, suivant les circonstances dans lesquelles se trouve placé l'animal que l'on observe. Éminemment rétractile, ainsi que l'extrémité postérieure du corps, elle peut de même aussi rentrer en dedans d'elle-même dans plus de la moitié de son étendue. La position dans laquelle je la considère comme à son état de développement normal, est celle où l'animal est en quête d'une proie ou en train de la dévorer. C'est celle de la plus grande extension possible; on ne peut l'observer à l'état normal que dans des circonstances accidentelles et passagères, mais heureusement on peut la reproduire à volonté et d'une façon permanente, par l'emploi d'une compression graduée, qui force l'animal au repos: on l'observe encore parfaitement dans l'état d'engourdissement que nous verrons plus tard être si favorable à l'étude de ces animaux singuliers.

C'est ainsi que la tête paraît composée de deux anneaux bien distincts :

- 1° L'anneau *terminal* ou *buccal*, court, étroit, conique, souvent entièrement logé dans l'anneau suivant, mais protractile et mobile au gré de l'animal, se terminant en pointe, et sans renflement chez les *Emydium*, qui l'offrent partagé transversalement en trois segmens rentrant les uns dans les autres (Pl. 12, fig. 1, 2, 3, 10), tandis que chez les *Milnesium* et les

Macrobiotus, il n'en offre que deux ; l'antérieur renflé en forme de ventouse, dont il remplit les fonctions, et portant en outre, chez les *Milnesium* seuls, des appendices palpiformes inégaux (Pl. 13 et 14).

2° *L'anneau pharyngien*. Il est partagé transversalement, chez les *Emydium*, par des sillons très peu apparens, en trois segmens distincts dont les deux antérieurs ont peu d'épaisseur, et qui portent chacun une paire d'appendices. Chez *Milnesium tardigradum*, il y a encore division en deux anneaux, dont l'antérieur, beaucoup plus développé, porte une paire d'appendices palpiformes très courts (Pl. 13, fig. 4). La division en deux segmens est peu sensible chez *Macrobiotus Oberhaeuser*, et nulle chez *Macrobiotus Hufelandii* (Pl. 14, fig. 11 et fig. 1).

Vue par transparence, on peut reconnaître dans la tête : 1° la cavité buccale, avec deux glandes qui se prolongent dans l'anneau pharyngien ; 2° un appareil perforant très compliqué, avec un appareil d'ingestion des alimens de la bouche dans l'œsophage, ou *appareil pharyngien*, et des organes considérables d'apparence glanduleuse. Ce dernier ensemble d'organes se prolonge en arrière jusque dans le premier anneau du tronc ; 3° divers appareils, pour lesquels je renvoie au paragraphe qui traitera du système nerveux.

Antérieurement et en dessus, la tête ne présente aucune trace de division longitudinale.

2° Tronc.

Le tronc, chez toutes les espèces que j'ai eu occasion d'observer, est constitué par quatre anneaux, dont chacun porte extérieurement une paire de membres, et, chez les *Emydium* seulement, quelques autres appendices. Chaque anneau correspond à un ganglion nerveux.

En outre, chacun est essentiellement composé de deux segmens qui, seulement chez les *Emydium*, se confondent pour constituer un segment unique. Chez ces Tardigrades, en effet (Pl. 12), l'arceau dorsal du premier anneau ne consiste qu'en une seule grande pièce, tout-à-fait comparable, pour sa forme et ses rapports, à l'arceau dorsal du prothorax d'un Coléoptère.

Les deux anneaux suivans ont leur arceau dorsal formé de trois pièces mobiles les unes sur les autres, dont une médiane et antérieure, pouvant rentrer en partie sous l'arceau dorsal de l'anneau précédent, et les deux autres postérieures et latérales, unies sur la ligne médiane, mais sans y être soudées, et par une portion assez étendue d'épiderme plus mou, qui laisse à chacune sa mobilité; celle de gauche paraît même toujours déborder celle de droite; les deux pièces latérales ont la forme d'un pentagone très allongé transversalement, avec un de leurs angles dirigé en arrière (angle latéro-dorsal); elles offrent dans leur milieu, ainsi que la pièce médiane elle-même, une dépression à direction transversale correspondant à l'attache d'un muscle intérieur.

Enfin, l'arceau supérieur du dernier anneau est, comme celui du premier, formé d'une seule pièce, sorte de bouclier postérieur.

Ces huit pièces ne sont que des portions de l'épiderme ou couche externe de l'enveloppe, un peu plus solidifiées que le reste. Leur écartement varie en raison du degré de plénitude de l'animal. Rapprochées et plus ou moins imbriquées chez les jeunes et les individus à jeun, elles sont au contraire fort éloignées chez les individus remplis d'œufs ou de nourriture.

A la face inférieure du corps des *Emydium*, la peau a conservé toute sa mollesse; les plis qu'elle présente ont plus ou moins de profondeur, suivant les mouvemens des appendices locomoteurs, mais sont déterminés quant à leur position et à leur forme, et se continuent avec ceux de la face dorsale. La face ventrale du corps est creusée en gouttière.

Les appendices dont il a déjà été question sont, ou de longs filamens, ou de courtes épines. Ils sont incolores, de la même substance, au moins en apparence, que les ongles et l'épiderme; ils ne se dissolvent ni dans les acides, ni dans la potasse. Les longs filamens si remarquables, qui se voient au nombre de huit chez *Emydium testudo*, et de deux seulement chez *E. spinulosum*, bien que se cassant assez nettement, ne jouissent pourtant pas d'une raideur absolue; mais, d'un autre côté, les inflexions qu'ils présentent ne paraissent déterminées que par

des causes purement physiques ou mécaniques ; cependant ils sont susceptibles de mouvemens assez obscurs sur le mamelon qui leur sert de base.

Les *Emydium*, comme on le voit, ne sont pas sans analogies, par leur mode de segmentation, avec les insectes arrivés à l'état parfait. Chez les *Milnesium* et les *Macrobiotus*, la même analogie n'existe plus qu'avec les insectes à l'état de larve. La peau est entièrement molle ; les replis qu'elle présente sont en rapport avec les points d'attache musculaire : ils varient en profondeur, en étendue, suivant les contractions que ces muscles exécutent. La division des anneaux en deux segmens correspond directement à l'ensemble de l'appareil musculaire ; elle demeure toujours plus ou moins manifeste. Enfin, chez les cinq espèces connues, les anneaux ne présentent aucune trace d'appendices autres que les membres.

Outre cette division en anneaux, sur laquelle je viens d'insister longuement, on observe dans toute la longueur du tronc des espèces molles, une division longitudinale que je ne puis mieux comparer qu'à celle qui a fait donner aux Trilobites le nom qu'ils portent. Cette division est déterminée par l'existence, dans le plan vertical de séparation de chaque segment, de deux muscles spéciaux (muscles *sterno-dorsaux*, Pl. 18, fig. 2, CA), qui ont leur point d'attache inférieur sur la ligne médiane ventrale, et contribuent en même temps à faire rentrer cette ligne en dedans, et à donner à la face ventrale la forme de gouttière déjà signalée par O. F. Müller. La division du tronc en lobes longitudinaux n'est représentée chez les *Emydium* que par les dépressions qu'offrent dans leur milieu les pièces latérales de chaque arceau dorsal.

3° Appendices locomoteurs ou membres.

Les membres offrent à-peu-près les mêmes apparences dans toutes les espèces. Ce sont des sortes de mamelons assez allongés, surtout chez les jeunes, offrant deux sillons transversaux qui les partagent en trois segmens confusément articulés, et susceptibles de rentrer, jusqu'à un certain degré, les uns dans les

autres. Leur segment moyen, chez les *Emydium*, est entouré d'un anneau épidermique plus solide que le reste, comme les pièces dorsales, et, dans la paire postérieure, dentelé très nettement à son bord inférieur, de manière à constituer une sorte d'éperon. C'est là un commencement d'analogie assez remarquable avec les Articulés proprement dits.

Les ongles sont en même nombre à tous les membres, et offrent partout la même disposition, pourvu que les membres soient supposés ramenés, sans autre modification, dans les plans transversaux qui leur correspondent.

Les membres occupent constamment le deuxième segment de chaque anneau, et peuvent être considérés comme rejetés et soutenus dans la direction transversale par les anneaux qui viennent après. C'est cette considération qui peut rendre compte de la position tout-à-fait terminale, et de la direction longitudinale qu'affecte la dernière paire; elle permet en outre de ramener jusqu'à un certain point à l'analogie la disposition des muscles qui la meuvent.

§ 3. *Etude de l'enveloppe externe.*

A la première vue, l'animal, surtout s'il est observé vivant, paraît opaque, et la surface de son corps semble granuleuse et fortement chagrinée. Cette apparence est une illusion produite par les mouvemens confus des organes internes, et surtout des grands globules qui flottent dans le liquide général, et par les jeux de lumière qui en résultent. L'enveloppe extérieure, en effet, n'offre pas d'autres inégalités que les sillons transversaux et longitudinaux que j'y ai déjà signalés, et une granulation épidermique à peine saisissable sous les plus forts grossissemens.

Elle est essentiellement constituée par deux couches au moins.

1° Une *couche épidermique*, externe, mince, parfaitement transparente et incolore dans quelque espèce qu'on l'observe, semée d'un pointillé excessivement fin, que j'avais cru d'abord produit par de petits enfoncemens pareils à ceux qui s'observent sur le corselet et les élytres d'une foule de Coléop-

tères; mais les apparences qu'on observe chez *Emydium granulatum* (Pl. 12, fig. 11) paraissent dues à une granulation extrêmement délicate et régulière.

2° Une *couche dermoïde*, interne, apparente surtout chez quelques espèces, par la coloration dont elle est le siège. Je l'ai étudiée avec un soin tout particulier; mais c'est sur ce point surtout que l'investigation à l'aide du microscope me semble avoir eu le moins de prise, et que les résultats auxquels j'ai pu arriver me laissent à regretter de n'avoir pu pénétrer plus loin encore.

Cette couche paraît constituée par une trame cellulaire fort délicate, d'apparence tomenteuse et floconneuse, et peut-être de structure fibreuse, dans les mailles de laquelle se trouve déposé, sous forme continue ou sous celle de gouttelettes ou de globules extrêmement petits, un liquide plus ou moins fortement coloré, plus ou moins abondant. On voit ce liquide dans toutes les espèces à l'état adulte; *Macrobotus Hufelandii*, qui est le plus transparent, offre cependant presque toujours une coloration jaunâtre très sensible, surtout sur les bords des segmens postérieurs de son corps; cependant les jeunes des genres *Milnesium* et *Macrobotus* en sont tout-à-fait exempts.

L'idée que je viens d'émettre sur la constitution de la couche cutanée interne, est assez celle que l'on pourrait en prendre à la première vue, dans un animal dont l'enveloppe serait très distendue; si, au contraire, on l'étudie attentivement chez *Macrobotus Oberhaeuser* plein de vie, on y reconnaîtra une foule d'apparences qui m'ont pendant long-temps laissé beaucoup d'incertitudes. Ainsi, j'ai pu me croire certain de l'existence d'un organe dorsal venant aboutir à la partie postérieure du corps (Pl. 14, fig. 11), et communiquant par des conduits avec des grappes situées latéralement dans chaque segment. D'autres fois, j'ai cru reconnaître dans chaque segment des taches particulières, ou bien encore une sorte de circulation ou d'oscillation du liquide colorant, soit dans l'intérieur même du segment, soit d'un segment au segment voisin. Toutes ces apparences semblent causées par la mobilité de la couche tomenteuse dont il s'agit et les replis qu'elle forme, par les diverses inclinaisons que prennent ses divers points dans les mou-

vemens de l'animal, enfin par les rapports qu'elle a avec les organes intérieurs. Là où des muscles y sont appliqués, cette membrane comprimée offre une transparence et une décoloration plus ou moins complètes. En faisant agir le compresseur (1), on voit de semblables apparences se manifester partout où des muscles, auparavant assez éloignés pour n'agir en aucune façon sur l'enveloppe, viennent s'y appliquer par suite de l'aplatissement de l'animal. C'est même ainsi que j'ai pu reconnaître, de la manière la plus claire, l'existence et la disposition des muscles de certaines parties, et notamment de la tête et du dernier anneau. L'intestin, l'ovaire, le bulbe œsophagien, produisent des effets entièrement semblables.

Lorsque le mouvement se propage d'une partie à la partie voisine, il semble que les taches colorées se propagent de la même manière, soit dans l'intérieur d'un segment, soit même d'un segment au segment suivant; mais ce ne sont là que des apparences illusoires.

Le sang et le tissu du canal digestif et de ses appendices, qui sont absolument incolores dans les *Milnesium* et les *Macrobio-tus*, sont colorés de la même manière que la couche dermoïde elle-même chez les *Emydium*, et partout la substance colorante est bien distincte de la substance des tissus, que je regarde comme tout-à-fait incolore. Je crois pouvoir affirmer que ce n'est autre chose qu'un liquide spécial répandu dans les mailles de la couche tomenteuse; mais je n'ai pu constater d'une manière certaine, ni sur quel point du corps, ni par quel organe cette substance est sécrétée.

Dans les *Macrobio-tus*, et surtout dans *Macrobio-tus Ober-haeuser*, le liquide colorant paraît être intimement uni à la substance de la membrane elle-même, et les diverses apparences qu'il présente ne résultent que de l'arrangement de cette

(1) Le compresseur dont je me sers est celui de M. Purkinje, modifié par M. Charles Chevallier, et disposé de manière à permettre l'emploi des verres minces, et, par suite, l'usage de cet instrument sous les plus forts grossissemens. Je regarde le compresseur, ainsi modifié, comme une partie essentielle du microscope, et les services qu'il m'a rendus sont tels que, privé de ce secours, je ne fusse certainement arrivé à aucun des résultats auxquels j'attache le plus de prix.

dernière Aussi n'est-ce pas dans cette espèce qu'il faut aller l'étudier, mais bien dans les *Emydium*, où, indépendamment de son union avec les tissus, elle se montre sous forme de gouttelettes isolées sur presque tous les points du corps.

Ces gouttelettes sont formées par un liquide visqueux, d'apparence huileuse, plus réfringent et moins dense que l'eau, pouvant s'accoler et se confondre entre elles, ce qui prouve l'absence d'une enveloppe externe. On en voit de toutes les grandeurs depuis 0,005 en diamètre, jusqu'aux dernières limites que les plus forts grossissements puissent permettre de saisir.

Indépendamment de ces gouttelettes, dont l'existence ne peut être l'objet d'aucun doute, la trame de la couche dermoïde et du canal digestif lui-même chez les *Emydium*, est colorée d'une manière qui semble tout-à-fait continue; la teinte en est la même que celle des gouttelettes, et il est naturel de penser que cette coloration est due à une substance de la même nature que celle de ces corpuscules; mais, d'un autre côté, lorsqu'on vient à écraser l'animal vivant, on peut briser mécaniquement la couche dermoïde chez le *M. Oberhaeuser*, sans néanmoins la décolorer, sans pouvoir forcer le principe qui la colore à se constituer en gouttelettes analogues aux premières qui n'existent d'ailleurs que chez les *Emydium*, tandis qu'au contraire celles-ci s'accolent, se réunissent. Nous nous poserons donc cette question: La coloration des tissus et celle des globules huileux sont-elles dues à une seule et même cause? S'il en est ainsi, nous serons portés à penser que la substance colorante existe dans tous les tissus des *Emydium*, à l'état de combinaison d'une part, et, d'une autre, à l'état libre sous forme de gouttelettes; tandis que chez les *Macrobrotus* elle est exclusivement réservée à la couche dermoïde, et ne s'y montre jamais que comme partie constituante de cette couche.

Or, pour résoudre cette question, il suffit d'étudier un *Emydium* après l'avoir tué dans l'eau ou dans l'alcool bouillant; car la compression fait sortir alors des tissus eux-mêmes un liquide d'un rouge brun foncé, visqueux, pareil dans toutes ses propriétés apparentes, à celui des gouttelettes avec lesquelles il s'accôle et confond, pour constituer des gouttelettes beaucoup

plus considérables. Les tissus se décolorent à mesure que la compression fait écouler une plus grande quantité de liquide, et finissent par ne conserver plus qu'une teinte jaune clair. Toutefois, la quantité de liquide qu'on obtient ainsi est assez peu considérable, et il est très difficile de le faire écouler complètement, ce qui paraît dû surtout à ce que la chaleur l'a rendu plus visqueux; mais si, pour tuer l'animal, on a employé l'éther en dissolution dans l'eau, ou si, après l'avoir tué par l'eau ou par l'alcool bouillant, on le tient quelque temps plongé dans cette même dissolution d'éther, le liquide coloré devient tellement fluide et tellement abondant, qu'on le voit sortir des tissus sous l'action du compresseur, comme l'eau d'une éponge. En même temps, sa couleur a diminué d'intensité, et les tissus en peuvent être tellement privés, qu'ils ne conservent plus qu'une teinte jaune clair très légère lorsqu'on les observe à la lumière directe, tandis qu'ils sont tout-à-fait blancs lorsqu'on les voit à l'aide de la lumière qu'ils réfléchissent.

Ces premiers résultats, fournis par l'observation immédiate, nous éclairent déjà sur la nature de la couche dermoïde. L'étude du mode d'action de quelques réactifs m'a fourni d'autres données non moins précieuses.

J'avais déjà été frappé de la mollesse et de la délicatesse apparentes de cette partie de l'enveloppe cutanée : son aspect spongieux, tomenteux, floconneux, la facilité avec laquelle elle se laisse traverser par les liquides intérieurs (1), m'avaient conduit à la comparer à l'enveloppe de certains Infusoires proprement dits. Elle n'offre presque aucune connexion avec la couche externe ou épidermique, à la sécrétion de laquelle elle ne doit cependant pas être étrangère, et souvent elle semble jetée sur les muscles, et flottant mollement dans le liquide interne lui-même, qui ne distend que la couche épidermique. Or, l'action des alcalis est venue confirmer à cet égard mes prévisions. Employés sur des animaux entiers, vivans et ayant leur enveloppe externe intacte, ils désorganisent la trame des tissus; mais la masse reste emprisonnée dans le sac épidermique, qui est inattaquable par ces

(1) Voyez dans le paragraphe suivant ce qui concerne la mue.

réactifs, et ceux des globules qui ne se dissolvent pas conservant leur place, on peut y reconnaître encore les principaux organes; mais si on a, par la compression, produit préalablement une déchirure dans l'enveloppe externe, alors l'action de l'ammoniaque ou de la potasse, même assez peu concentrés, produisent une véritable *diffluence*, au moins fort analogue, si ce n'est complètement identique, à celle qui a lieu dans les mêmes circonstances chez les Infusoires, et que M. Dujardin a étudiée d'une façon toute spéciale. L'ensemble des parties internes s'écoule par l'ouverture, même sans compression nouvelle, sous la forme d'un fluide renfermant une infinité de très petits globules insolubles dans les alcalis employés, mais dans lequel on n'aperçoit absolument aucune trace de fibres musculaires ou nerveuses. Si les réactifs alcalins sont assez énergiques, on voit la dissolution du tissu musculaire s'effectuer rapidement jusque dans le bulbe œsophagien, où ce tissu existe à son plus haut degré de condensation.

L'action des alcalis sur la matière colorante fait passer celle de *M. Oberhaeuser* et de *Milnesium tardigradum* à une belle teinte pourpre, teinte qui est également produite, chez *M. Oberhaeuser*, par l'action de la chaleur dans l'eau bouillante. Chez *Emydidium testudo*, ces actions sont à peu-près nulles quant à la coloration elle-même. Mais la dissolution concentrée de potasse en exerce réellement une qui mérite d'être citée et dont nous allons retrouver les analogues un peu plus loin. Elle consiste en ce que l'*Emydidium* que l'on y a tenu plongé, et qui, en apparence, n'a subi aucune modification dans son principe colorant, se décolore ensuite plus ou moins complètement, aussitôt qu'il vient à être remplacé dans l'eau distillée. (1)

L'action de l'acide sulfurique est peut-être plus remarquable encore. Concentré, il fait passer instantanément la matière colorante du rouge terre-de-Sienne, au plus bel outremer, si la substance est en petite quantité et étendue en couches minces,

(1) Cette expérience exige beaucoup de précautions; car la potasse, concentrée au degré nécessaire, altère l'épiderme, et, dès que l'animal vient à être remis dans l'eau pure, il se crève par suite d'une action d'endosmose, à moins que l'on ne mette le plus grand soin à n'introduire l'eau dans la dissolution alcaline qu'avec une extrême lenteur.

comme cela existe naturellement dans la membrane dermoïde; au bleu foncé, et même au noir intense, lorsqu'on le fait agir sur des globules assez gros de substance huileuse colorée. Si son action se continue, cette couleur disparaît promptement, enlevée par dissolution, ou détruite. Si, au contraire, l'animal est replacé dans l'eau pure, il perd complètement sa couleur bleue et devient blanc ou jaunâtre, mais en conservant la faculté de reprendre la couleur rouge par un alcali, et la couleur bleue par l'acide sulfurique autant de fois qu'il peut être soumis à de pareilles expérimentations.

L'acide nitrique transforme la couleur rouge en une teinte verdâtre ou jaune; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que la matière colorante m'a semblé perdre pour toujours la faculté de passer au bleu par l'acide sulfurique, même après la neutralisation de l'acide nitrique par un alcali, bien que celle-ci ramène immédiatement la coloration rouge.

Il en est autrement de l'acide chlorhydrique. L'animal que l'on y plonge perd sa couleur rouge, et passe au jaune verdâtre et même au blanc sale; mais il conserve la faculté de revenir au bleu par l'acide sulfurique, soit qu'il ait été ou non ramené au rouge par la potasse.

L'acide acétique ne produit aucun effet digne d'attention.

L'éther dissout complètement la matière huileuse tout entière; mais la manière dont son action s'exerce mérite d'être étudiée: elle me semble démontrer entre autres que cette substance colorée elle-même est constituée par deux élémens distincts, un liquide huileux incolore et un principe colorant propre, plus soluble dans l'éther. Voici quels sont les principaux faits sur lesquels cette opinion s'appuie.

L'action de l'éther pur sur des *Emydium* secs à froid ou à chaud, est absolument nulle, à cause, sans doute, de l'imperméabilité de l'enveloppe externe pour l'éther. Dissous dans l'eau, il communique d'abord au liquide huileux rouge une fluidité qu'il n'avait pas. Après quatre à cinq jours, et même davantage, à l'ombre, l'action paraît encore nulle au premier coup-d'œil; mais les globules, obtenus alors par compression, se montrent formés d'un liquide enveloppant jaune ou jaune rougeâtre, et

d'une gouttelette centrale rouge-foncé, comme l'était primitivement le liquide coloré lui-même : il y a donc eu commencement de décoloration ; mais, si, à ce moment, on expose les animaux pendant quelques heures, dans un verre de montre, à la lumière solaire directe, plongés toujours dans l'eau éthérée, on les trouve complètement décolorés ; ils ne laissent plus écouler qu'un liquide incolore et ne bleuissant plus par l'acide sulfurique, ou n'en laissent plus écouler du tout. Mais on peut étudier d'une manière plus complète, beaucoup plus satisfaisante, et dans un temps très court, cette succession de phénomènes dus à la présence de l'éther. Que l'on prenne, en effet, un *Emydidium* tué dans l'eau bouillante ; qu'on le place sous le compresseur, en l'épuisant de l'eau ambiante, sans pourtant le dessécher complètement ; puis, que l'on fasse agir la vis qui produit la compression, on verra s'écouler le liquide rouge brun foncé, que la température élevée à laquelle on l'a soumis a rendu plus visqueux encore, ce qu'on reconnaîtra à la facilité extrême avec laquelle il s'accroche aux verres, et s'étire en filamens. Pour que l'expérience réussisse, il faut qu'à ce moment de l'opération, l'*Emydidium* soit enfermé dans un petit champ plein d'eau et d'un diamètre à-peu-près double de celui de l'animal lui-même. Si l'on fait passer alors entre les deux verres de l'éther pur, en l'entretenant à mesure qu'il s'évapore, le champ plein d'eau demeurera bien distinct ; mais l'eau dissoudra une petite quantité d'éther, et l'on verra : 1° la substance visqueuse devenir instantanément fluide dans toute l'étendue du champ plein d'eau, et les gouttelettes, que l'on n'avait pu faire sortir des tissus, s'en écoulent d'elles-mêmes ; 2° les gouttelettes, que l'on peut amener en contact immédiat avec l'éther pur, s'y dissolvent instantanément et comme par une sorte d'explosion ; 3° les gouttelettes qui seront les plus rapprochées des bords du champ se décoloreront lentement, en passant successivement par toutes les teintes du jaune jusqu'à l'absence complète de toute couleur, et sans rien perdre en apparence de leur diamètre. A cet état, elles auront perdu la propriété de passer au bleu par l'acide sulfurique.

Des effets tout analogues sont produits par l'eau éthérée sur la substance colorée du *M. Oberhaeuser* : elle se convertit

avant que d'être complètement dissoute, en un liquide incolore que l'on peut faire écouler par la compression, et qui a perdu la faculté de reprendre la couleur pourpre par l'action de la potasse.

Tels sont les résultats auxquels je suis arrivé pour ce qui concerne la structure de la couche dermoïde interne et de l'enveloppe tégumentaire en général chez les *Emydium* et chez les Tardigrades en général. Une comparaison rigoureuse de cet élément important de leur organisation avec le tégument des Infusoires proprement dits me semble devoir jeter quelque lumière sur les organismes inférieurs. La plus grande différence paraît résider dans l'existence de la couche externe ou épidermique, et peut-être dans une structure fibreuse de la couche dermoïde, un peu plus marquée, quoique d'ailleurs cette structure, même chez les Tardigrades, pût encore être révoquée en doute; cependant les apparences que présente cette partie de l'enveloppe chez les *Emydium*, après avoir été décolorée par l'action de l'eau éthérée, ne m'ont pas détourné de cette opinion. D'un autre côté, les apparences de fibres, qu'il m'a semblé distinguer plus d'une fois dans les déchirures, après l'action de l'éther ou des acides affaiblis, pouvaient fort bien n'avoir pas d'autre origine que les systèmes musculaires ou nerveux.

La résistance mécanique de la couche dermoïde paraît être en raison inverse de celle de la couche externe ou épidermique. Ainsi cette couche est beaucoup plus faible, elle se détruit complètement par la compression, et s'écoule comme une masse liquide chez les *Emydium*, dont l'enveloppe externe est presque solide comme celle des insectes, tandis que, chez les *Milnesium* et les *Macrobotus*, elle résiste à la compression et ne se partage qu'en fragmens assez grands, qui conservent en général leurs rapports avec l'épiderme, si on ne la force à diffuser, par l'action des alcalis. En outre, elle paraît, chez ces espèces, beaucoup plus fortement combinée à la matière, colorante; car non-seulement le compresseur ne fait pas écouler celle-ci de l'animal, écrasé dans l'état de vie; mais, après l'action de l'eau ou de l'alcool bouillant, l'action du compresseur sur l'enveloppe, même réduite en très petits fragmens, n'amène

pas leur décoloration ; il est même fort difficile d'obtenir l'écoulement de la substance colorante sous forme de gouttelettes huileuses ; cependant je crois y être quelquefois arrivé.

Il est encore une particularité qui mérite d'être signalée, c'est le partage de la couche dermoïde, chez les *Macrobiotus* et les *Milnesium*, par des lignes plus transparentes, en un nombre considérable de compartimens inégaux, offrant une disposition symétrique, et en rapport avec les divisions transversales et longitudinales du corps. La figure 12 de la planche 14 représente cette disposition dans le lobe dorsal d'un segment du tronc. Les compartimens polygonaux sont au nombre de dix-huit. La constance générale de nombre et d'arrangement qu'offre cette division dans les divers segments du tronc est un fait à signaler : chacun des compartimens présente vers son centre une tache transparente qui paraît manquer assez souvent dans les compartimens postérieurs de chaque segment. Très rarement il s'en trouve deux dans un seul compartiment.

Considérera-t-on ce système de lignes comme un réseau circulatoire ? C'est une opinion qui pourrait être émise sans doute, mais sans preuve, au moins dans l'état actuel de ces recherches. Sur la ligne médiane, qui coïncide dans toute sa longueur avec une de ces lignes transparentes, j'ai aperçu une, et probablement même deux taches, que l'on pourrait regarder peut-être comme des lacunes et, par suite, comme des organes d'impulsion circulatoire ; mais je crois être sûr que ces taches sont indépendantes du réseau que je viens de décrire.

§ 4. Mues.

La couche externe ou épidermique est sujette à plusieurs mues. On reconnaît qu'une mue est sur le point de s'accomplir, à l'existence d'un nouvel épiderme mince, intérieur à celui que l'animal est sur le point de quitter, ce qui s'aperçoit facilement sur les bords du corps. C'est une opération assez longue : elle consiste à détacher d'abord la bouche, puis successivement tous les points d'insertion musculaire, de l'enveloppe épidermique, qui doit être rejetée : l'animal rentre au-dedans de lui-même à

ses deux extrémités antérieure et postérieure, à la manière d'un doigt de gant. Mais ce qui facilite ce travail, c'est la propriété bien singulière dont jouissent les Tardigrades, de pouvoir se réduire à des proportions beaucoup moindres que celle qu'ils avaient auparavant, de façon à n'occuper plus dans l'intérieur du vieil épiderme que le tiers ou le quart seulement de sa capacité. Cette dernière enveloppe reste d'ailleurs gonflée, et conserve ses formes, ce qui prouve que l'animal ne se réduit de volume qu'en exsudant à travers la couche dermoïde, et même à travers le nouvel épiderme dont celle-ci est déjà revêtue, la partie la plus fluide du sang qui remplit la cavité intérieure. Il en résulte que l'ancienne enveloppe épidermique demeure distendue et oppose aux tractions des muscles une résistance qui leur permet de s'en détacher; car, ainsi que nous le verrons plus tard, c'est à cette enveloppe épidermique que les muscles sont immédiatement fixés.

J'eus d'abord quelque peine à reconnaître l'animal, dans la petite masse, inerte, en apparence granuleuse et amorphe que je rencontrais parfois à l'intérieur de certaines peaux qui me semblaient abandonnées. C'était le Tardigrade lui-même, déjà dépouillé, mais non encore sorti de sa dépouille.

Lorsqu'on parvient à saisir un Tardigrade à-peu-près au moment où la mue commence, et où la bouche et l'anus ne sont détachés que depuis peu de temps, on est surpris de voir ces deux orifices se continuer avec les ouvertures correspondantes de l'épiderme, par une sorte de traînée, qui ressemble à un conduit membraneux excessivement mince, lâche et irrégulièrement plissé. C'est l'épiderme ou *épithélium* même de la face interne du canal digestif, et dont l'animal se dépouille comme du reste de son enveloppe épidermique.

Il est facile de s'en convaincre; car on produit artificiellement la mue, en plongeant dans l'éther, ou mieux encore dans les acides nitrique ou acétique très étendus, de grands Tardigrades vivans des genres *Milnesium* et *Macrobotus*, et l'on peut suivre, à l'aide du microscope, toutes les circonstances de ce phénomène, parmi lesquels le dépouillement de l'*épithélium* n'est pas un des moins intéressans. Ce moyen peut servir également à dé-

montrer qu'un nouvel épiderme est déjà formé avant qu'ait commencé le dépouillement de l'épiderme ancien.

Lorsque le Tardigrade a réussi à se détacher complètement, il demeure pendant quelque temps dans un état de repos qui prouve combien ce travail lui a coûté. Puis il reprend ses mouvemens pour effectuer sa sortie, qui nous a paru avoir toujours lieu par une ouverture résultant d'une séparation partielle entre l'anneau pharyngien et le premier anneau du tronc.

L'épiderme abandonné n'offre aucune autre ouverture que celle des deux orifices naturels et celle par laquelle l'animal est sorti. On y retrouve tous les filamens, les épines, les palpes, les ongles qui existent dans l'animal lui-même, et ce ne sont que des fourreaux, desquels le Tardigrade extrait séparément chacun de ses appendices. J'ai été à même d'observer directement cette extraction, et de voir les filamens des *Emydium*, et les ongles eux-mêmes, au moment où ils étaient encore à moitié engagés dans leurs fourreaux épidermiques.

Avant que d'abandonner pour toujours leur ancienne enveloppe, quelques espèces y déposent leurs œufs, dont l'enveloppe externe est parfaitement lisse. Celles dont l'enveloppe est protégée par des mamelons ou des tubercules saillans ne prennent aucune précaution pour assurer la réussite de leurs pontes.

§ 5. *Sang.*

Le liquide qui remplit l'espace compris entre l'enveloppe tégumentaire et l'intestin, liquide dans lequel flottent de grands globules, et qui oscille suivant les mouvemens de l'animal, dans cette grande cavité cylindroïde où sont contenus les appendices du canal digestif et les organes de la reproduction, ce liquide me semble mériter le nom de *sang* que lui a donné M. Schultze; car je ne vois pas en quoi il diffère de celui qui occupe les interstices des organes chez les Crustacés inférieurs, ni même chez les insectes; et de plus, aucun autre liquide ne me semble remplir les fonctions de fluide nourricier. Mais l'auteur allemand que je viens de citer a été trop loin en attribuant à ce liquide une circulation dans des vaisseaux spéciaux jouissant d'une con-

tractilité propre. Rien de tel n'existe ; le sang des Tardigrades ne montre pas même dans ses mouvemens cette régularité récemment constatée chez les insectes, et qui constitue ce que l'on appelle la circulation du sang dans cette classe d'articulés.

Pour m'en assurer, j'ai à plusieurs reprises, et à différentes périodes de ce travail, suivi avec une attention minutieuse, jusque dans ses moindres détails, dans toutes les situations du corps de l'animal, et dans tous ses mouvemens, le chemin suivi par les grands globules qu'il contient, et j'ai pu ainsi me rendre rigoureusement compte de toutes les circonstances que ce mouvement présente, circonstances toutes expliquées et commandées par les formes et la disposition des organes internes. Les vaisseaux latéraux indiqués par M. Schultze, ne sont autre chose que l'espèce de galerie qui règne de chaque côté entre l'intestin et les muscles que je décrirai plus tard sous le nom de *sterno-dorsaux* d'une part, et de l'autre l'enveloppe externe et les muscles périphériques du tronc et des membres. L'anastomose annoncée en arrière du quatrième anneau, n'est que l'intervalle existant entre le bulbe pharyngien, et le grand sac stomacal ou intestinal. Quant au vaisseau médian ou dorsal, qui charierait également des globules, je n'ai rien trouvé qui m'ait paru correspondre à cette apparence annoncée par M. Schultze, si ce n'est, dans certains cas, l'ovaire et les œufs, qui, au commencement de leur développement, ressemblent beaucoup aux globules du sang.

Le sang offre dans les six espèces que j'ai observées, à-peu-près les mêmes apparences, et une composition très analogue. On y reconnaît distinctement trois parties :

- 1° Un liquide homogène, sorte de *sérum*.
- 2° Des globules composés.
- 3° Des globules simples.

1° *Sérum*.

La partie fluide du sang est incolore chez toutes nos espèces. Elle paraît être légèrement visqueuse. Lorsqu'on la fait écouler par une ouverture pratiquée dans l'enveloppe avec la pointe d'une aiguille, on la voit prendre et conserver pendant long-

existent pas, et que la cavité intérieure ne renferme pas autre chose qu'un liquide homogène d'apparence huileuse et de couleur rouge circulant dans les intervalles des organes. Cependant ils ne s'accolent et ne se confondent jamais en une masse commune.

Les globules du plus grand *Macrobiate* que j'aie observé (il avait $0^{\text{mm}},75$) avaient en diamètre $0,0175$; en général leur diamètre est de $0,006$ à $0,010$, ou encore de $1/40$ à $1/60$, de la longueur totale de l'animal. On peut en évaluer approximativement le nombre total à environ 2 à 300.

Ils sont égaux entre eux d'une manière générale, le rapport des plus grands aux plus petits n'excédant pas d'ordinaire celui de 3 à 2, ainsi que cela a lieu pour les globules du sang des animaux supérieurs eux-mêmes.

Quelle idée devons-nous nous faire de ces globules. Ont-ils une enveloppe propre? C'est à quoi je crois devoir répondre par les observations suivantes :

1° Jamais, soit dans l'animal vivant, soit dans l'animal mort, soit dans l'intérieur du corps, soit après leur sortie, on ne parvient à les réunir, ni même à leur faire contracter aucune adhérence entre eux. Tous les efforts faits dans ce but n'aboutissent qu'à les détruire.

2° Irréguliers et polyédraux dans l'intérieur du corps de l'animal vivant et plein d'activité (1), ils prennent, dès que par l'écrasement, on les chasse dans l'eau ambiante, une forme parfaitement sphérique en même temps qu'ils s'accroissent en diamètre. Ils jouissent alors d'une mollesse et d'une élasticité marquée, comme doit être celle d'une vésicule à parois propres remplie d'un liquide.

3° Ils sont formés de corpuscules au moins dix à vingt fois plus petits en diamètre, et qui sont parfaitement libres dans leur intérieur. Si l'animal est plein de vie, ces corpuscules offrent dans l'intérieur du globule principal, sans jamais en sortir, des mouvemens monadaires vifs et étendus, qui à d'autres époques les uraient fait prendre pour des petits êtres doués d'une vie par-

(1) Ils sont au contraire généralement sphériques après la mort.

ticulière. L'enveloppe en contient de pareils, mais qui sont dépourvus de tout mouvement.

4° Lorsqu'on les force à sortir du corps de l'animal, il arrive que beaucoup se crèvent. Les corpuscules qu'ils renfermaient s'échappent alors de tous côtés, et, dès qu'ils ont atteint un repos général, ils reprennent leurs mouvemens monadaires, mais ne retournent jamais à des agglomérations en globules.

5° L'action de l'acide nitrique très étendu les coagule, en leur donnant tout-à-fait l'apparence de petites vessies ridées.

6° Enfin, lorsqu'on fait agir sur les globules en question l'ammoniaque ou une solution faible de potasse, la surface externe résiste un instant à la dissolution, puis les corpuscules intérieurs s'échappent par une diffluence tout-à-fait pareille à celle des Infusoires, sans se dissoudre.

D'après cela, il est naturel de penser que ce ne sont pas de simples amas accidentels de globules; mais il est certain, d'un autre côté, que l'enveloppe externe a fort peu de consistance, car jamais, après l'avoir fait crever par un moyen quelconque, je n'ai pu voir les vésicules flasques et déchirées qui eussent dû en résulter, flotter dans l'eau ambiante, qui cependant ne les décompose pas.

Les globules dont il vient d'être question participent, chez les *Emydium*, de la fragilité générale des tissus, qui appartient surtout à ce genre. Ils se brisent avec tant de facilité, que ce n'est qu'à l'aide de précautions qu'on peut réussir à en chasser quelques-uns intacts dans l'eau ambiante, pour les voir s'y isoler avec la forme sphérique.

Les corpuscules globuliformes très petits que contiennent les grands globules sont remarquables, chez toutes les espèces, par leur insolubilité dans la potasse. Ce sont eux que, dans les *Emydium*, je regarde comme le siège de la coloration du sang; mais il m'a été impossible d'établir d'une manière incontestable leur identité avec la substance huileuse colorée de la couche interne de l'enveloppe tégumentaire. Ce qu'il y a de certain, c'est que chez les *Macrobiotus* et les *Milnesium*, ces corpuscules sont complètement incolores, bien que l'enveloppe cutanée soit colorée. Le même fait a lieu pour les globules simples.

3° Globules simples (Pl. 15, fig. 5, b).

On voit flotter le plus souvent dans le sérum, outre les globules précédents, des gouttelettes homogènes d'apparence huileuse, colorées chez les *Emydium*, incolores dans les deux autres genres. Je n'ai pu éclaircir bien nettement leurs rapports, si ce n'est peut-être chez les *Emydium*, avec le liquide coloré de la couche dermoïde, ni avec les corpuscules simples des globules proprement dits. Je serais porté à penser que ces globules simples du sang sont de plusieurs sortes, et peuvent même différer suivant les espèces. Ainsi dans celles où la coloration appartient en propre à la couche tégumentaire interne, et où le liquide, siège de la coloration, ne se montre nulle part sous forme de gouttelettes isolées, les globules simples du sang sont complètement incolores, et m'ont paru solubles dans les alcalis, ce qui les distinguerait très nettement des corpuscules simples des globules composés; mais, d'un autre côté, dans les *Emydium*, ces mêmes globules simples sont colorés, et présentent toutes les propriétés du liquide coloré général: ils sont insolubles dans les alcalis, et se colorent en bleu par l'acide sulfurique concentré. Je n'ai pu m'assurer si, conjointement à ceux qui offrent ces caractères, il n'en existerait pas d'autres incolores ou non, qui fussent solubles dans les alcalis et pussent être assimilés aux globules simples du sang des *Milnesium* et des *Macrobotus*.

Le diamètre ordinaire des globules simples est de 0,004 à 0,005, ou au-dessous; mais on reconnaît souvent parmi eux de grandes gouttelettes offrant tous les mêmes caractères, et qui égalent ou surpassent même les globules composés ou globules du sang proprement dits.

Quelle est l'importance relative et le rôle physiologique des globules du sang? comment se forment-ils? Ce sont là des questions pleines d'intérêt, mais qu'il me semble impossible de résoudre d'une manière complète. J'ai rencontré les globules composés dans tous les individus, sans exception, que j'ai eu occasion d'observer, ce qui conduirait naturellement à leur attribuer

quelque fonction importante et plus ou moins analogue à celle que remplissent les globules du sang chez les animaux élevés ; mais M. Dujardin assure ne les avoir trouvés que dans quelques individus seulement de l'espèce qu'il a observée, ce qui nous impose l'obligation de suspendre sur ce point notre jugement. Les globules simples, au contraire, manquent fort souvent ; jamais les individus sortant de l'œuf ne les présentent.

A ce moment de l'éclosion, les globules composés sont plus petits, fort peu nombreux ; ils subissent donc un accroissement en diamètre, ce qui leur suppose une sorte de vie végétative propre, dans le liquide où ils sont plongés ; et en outre, ils s'accroissent en nombre, et, par conséquent, de nouveaux se forment après que l'animal est sorti de l'œuf.

Voilà ce que je sais du liquide nourricier et des mouvements qu'il exécute chez les Tardigrades. Mais pouvons-nous affirmer que ce système est le seul, et qu'il n'existe pas en outre quelque système circulatoire reliant entre eux la couche dermoïde et les systèmes digestif et reproducteur ? Je crois, pour mon compte, que cette affirmation serait hasardée. Les canaux d'un tel système, s'il existait, seraient trop déliés, sans doute, pour que nous puissions les saisir ; tout au plus les canaux principaux, par leurs dimensions plus considérables et les contractions dont ils seraient le siège, nous offriraient-ils des chances pour que nous puissions les atteindre par la vue à l'aide de nos instrumens grossissans ; et l'analogie évidente des Systolides avec les Annelides, doit, ce me semble, empêcher qu'on regarde une telle espérance comme absurde. Aussi exposerai-je ici, mais en l'entourant de toutes les réserves possibles, un fait sur lequel je me garderais bien d'établir un système, mais qu'il me semble utile de signaler, et qui, s'il vient à se confirmer, occupera une place importante dans l'histoire des Systolides. J'ai nettement vu, chez trois ou quatre individus les plus clairs de ceux que j'ai observés, sur la ligne médiane dorsale du segment postérieur du deuxième anneau, l'apparence désignée dans la planche 19 par le signe (?). C'était une sorte de lacune transparente, allongée, paraissant contenue dans l'épaisseur même de la couche tégumentaire interne ou tomenteuse. Cette lacune s'est à chaque

fois montrée avec les mêmes rapports, les mêmes dimensions et les mêmes formes, se continuant en avant et en arrière sur la ligne médiane en une apparence de canal très fin, et donnant naissance, en outre, à deux autres canaux à sa partie antérieure, et à deux à sa partie postérieure. Ces canaux latéraux différaient tellement, par leur direction et leur mode de terminaison, des lignes transparentes de la couche tomenteuse, dont il a déjà été question en terminant l'histoire de l'enveloppe tégumentaire, que je crois pouvoir affirmer que ce sont des parties distinctes. J'ai cru saisir chez quelques autres individus, mais avec moins de netteté, une apparence toute pareille à la partie antérieure du premier anneau du tronc (??, Pl. 19). Mais d'un autre côté, je dois dire qu'il m'a été impossible de retrouver ces apparences dans la dernière période de mes recherches, c'est-à-dire alors que j'aurais été le plus à même de les soumettre à un contrôle sévère. Aussi ne les mentionnai-je ici que comme une indication importante par le système organique auquel elle paraît se rapporter, mais qui ne pourra prendre rang dans la science qu'après une confirmation très positive.

Du reste, les animaux sur lesquels j'ai fait ces observations étaient dans un état d'engourdissement complet; et, supposé même que les deux traces dont il s'agit fussent des parties d'un organe central d'impulsion circulatoire, ils n'auraient pu être le siège d'aucun mouvement de contraction ou de dilatation.

§ 6. *Respiration.*

Prouver l'existence de la fonction respiratoire elle-même, chez un animal quelconque, serait se donner une peine tout-à-fait superflue; aussi n'est-ce pas dans ce but que j'ai soumis les Tardigrades aux expériences qui m'ont fait découvrir les effets de l'asphyxie qui seront exposés plus loin, mais bien dans celui d'arriver à connaître le lieu où s'exerce la respiration. L'observation immédiate et directe ne m'avait rien appris à cet égard; je résolus de tenir les animaux dans des dissolutions colorées, pendant plus de temps qu'il n'en fallait pour les asphyxier, certain que j'arriverais à reconnaître ainsi la présence d'organes respi-

ratoires intérieurs, s'il en existait, et que la respiration s'y effectuât par l'intermédiaire du liquide dans lequel l'animal était plongé.

Il suffit de quelques heures pour que les Tardigrades tombent dans l'état complet de syncope qui est le résultat de l'asphyxie; et comme on peut retrouver encore vivans après dix à douze jours ceux que l'on a mis dans l'eau chargée de carmin, d'indigo, ou d'encre de Chine, sans qu'il existe des traces de coloration nulle part ailleurs que dans le canal intestinal, il est permis d'en conclure qu'ils ne possèdent pas d'organes respiratoires spéciaux.

La peau est donc l'organe principal de la fonction respiratoire. Toutefois, une observation due au hasard m'a donné à penser que la face interne de l'intestin pourrait fort bien servir, au moins accidentellement au même usage. En suivant les mouvemens de quelques-uns de ces animaux sous le microscope, je les vis se diriger vers les bords de la gouttelette où je les tenais emprisonnés, et arrivés là, faisant agir l'organe de succion qui sera décrit dans le prochain paragraphe, faire pénétrer dans l'intestin plusieurs bulles d'air. Arrivées dans l'intérieur de cet organe, les bulles disparaissaient si intamment, que je crus d'abord qu'elles le traversaient comme un trait d'un bout à l'autre, pour aller ressortir par l'anüs, avec une rapidité qui n'aurait pas permis de les suivre. Mais une observation attentive m'eut bientôt prouvé que ce n'était là qu'une illusion causée par la promptitude avec laquelle s'opérait l'absorption : et cette promptitude n'a rien que d'extrêmement facile à concevoir, puisqu'il ne s'agit après tout, que d'un globule gazeux ayant tout au plus un diamètre d'un centième de millimètre.

Ainsi les Tardigrades peuvent absorber l'air atmosphérique, en nature par l'intérieur de leur système digestif, ce qui constitue un phénomène respiratoire; mais ce ne serait là en tout cas qu'une respiration exceptionnelle. La fonction elle-même doit être attribuée à un autre système organique; car ces animaux peuvent vivre indéfiniment lorsqu'on les tient au fond d'un tube en verre plein d'eau où il leur est absolument impossible de venir chercher l'air atmosphérique à la surface.

§ 7. Digestion.

Les Tardigrades se nourrissent d'animaux vivans, dont ils sucent les liquides nourriciers. Ils sont parmi les Systolides, ce que sont parmi les insectes les Hémiptères et les Diptères, c'est-à-dire des animaux suceurs possédant un appareil pour perforer les végétaux de leur pays, et un second appareil propre à en appeler les humeurs par la blessure ainsi pratiquée, pour les chasser ensuite dans le tube digestif.

L'appareil de préhension des alimens se compose en effet : 1° d'une cavité buccale, — 2° d'un appareil de perforation, — 3° d'un appareil de suction.

1° Cavité buccale (Pl. 14, fig. 2, b).

Elle a le plus ordinairement la forme d'une ventouse évasée, avec un rebord épais, constituant un bourrelet circulaire qui termine en avant l'anneau buccal.

Chez les *Emydium*, le bourrelet circulaire n'existe pas; la bouche est conique, avec un orifice extrêmement étroit.

Chez les *Macrobotus*, la ventouse existe; mais elle n'offre aucun appendice externe ni interne: elle paraît être soutenue intérieurement par des parois solides ou semi solides, à en juger par la saillie circulaire que l'on voit parfois se former en avant et en dedans du rebord épais de la ventouse.

Chez les *Milnesium* on observe : 1° sur le bord externe de la ventouse, six palpes ou cirrhes inégaux mobiles (Pl. 13, fig. 1, p). 2° Dans la cavité même de la bouche, six autres appendices ou lobes qui font saillie au dehors sous une compression forcée, et paraissent alterner avec les précédens (fig. 1 et 2, l).

Dans la cavité, viennent se rendre les conduits excréteurs de deux glandes latérales (Pl. 13, fig. 1, gl. b).

Appareil perforant. (1)

On voit représenté Pl. 4, fig. 1, 2, 3, cet appareil fort singulier, chez *Macrobotus Hufe ndii* où il est le plus développé et le plus facile à étudier; je me contenterai de donner une explication détaillée de ces figures.

La cavité buccale (*b*, fig. 2) est soutenue en arrière par un cercle solide *d*. C'est là que commence à proprement parler la région pharyngienne du canal intestinal.

Au fond de cette cavité en *e*, s'ouvre par un orifice un peu évasé, un tube solide *ef*, constitué par une seule pièce; quelques moyens en effet que j'aie employés, je n'ai jamais pu arriver ni à le séparer en deux, ni à observer une solution de continuité même partielle entre ses deux moitiés, ou un déplacement quelconque de ces deux moitiés l'une par rapport à l'autre.

Ce tube, qui se continue en arrière avec un appareil que nous décrirons plus tard, se recourbe en bas à sa partie antérieure, et offre en dessous une crête (*i*, fig. 3), à droite et à gauche de laquelle se voit une ouverture *o* pratiquée dans le tube lui-même, et donnant directement dans la cavité pharyngienne *ed*.

C'est la crête *i* vue par transparence dans l'appareil étudié par-dessus, qui cause l'apparence d'une ligne médiane (*m*, fig. 2), et qui a pu faire croire à la division du tube en deux moitiés, ou même à une fente existant en ce point.

C'est par les deux ouvertures latérales (*o*, fig. 3) que pénètrent de l'extérieur du tube dans l'arrière-bouche, et d'arrière en avant, deux pièces, les *stylets* (fig. 6, et *st* fig. 2), qui sont les organes immédiats de la perforation. Ils sont aplatis, en forme de lame, légèrement courbés, se terminent en avant par une pointe excessivement aiguë, en arrière par une *base* (*ba*) formée de deux lobes séparés par un intervalle. Ces stylets sont remarquables par leur composition: Ils sont formés de deux parties bien distinctes (fig. 7), l'une comprenant les deux tiers anté-

(1) Les diverses pièces que nous allons décrire ont été considérées jusqu'ici comme constituant, avec l'organe de succion qui leur fait suite, un appareil mandibulaire et broyeur. C'est l'opinion de MM. Schultze et Dujardin, bien que d'ailleurs ils ne soient pas d'accord sur le nombre ni sur la signification des diverses pièces.

à côté du tube pharyngien, et ne pénétrant pas dans la cavité buccale.

C'est l'espèce *Macrobiotus Hufelandii*, celle précisément dont l'appareil préhenseur des alimens est le plus développé, qui offre le plus souvent cette anomalie; mais je l'ai observée aussi bien que très rarement, chez *Emydium testudo*, chez *Milnesium tardigradum*, chez *Macrobiotus Oberhaeuser*.

5° Canal digestif proprement dit.

Il est d'une extrême simplicité chez les *Milnesium* et les *Macrobiotus* (Pl. 13, 14 et 15, fig. 1), car on n'y reconnaît qu'une sorte de grand sac droit, irrégulièrement renflé, mais sans régions ni compartimens distincts, et jouant le rôle tout à-la-fois d'estomac et de canal intestinal. Il est précédé par un étranglement très court, qui est l'*œsophage*.

L'œsophage fait immédiatement suite à l'appareil de succion. C'est un tube à parois fort épaisses, comparativement au canal très étroit qui le traverse. Il ne se renfle pas d'une manière bien sensible quand il livre passage aux liquides alimentaires, ce qui ne permet pas de le considérer comme très dilatable: il se rattache au sac stomacal à sa partie antérieure, et un peu en dessus. Dans ce point se voit une sorte d'étranglement; paraissant jouer le rôle d'un sphincter; car les alimens ne remontent jamais, alors même que la compression exercée sur l'estomac est portée au point d'en faire crever les parois. A son extrémité postérieure, la cavité stomaco-intestinale est fermée par un étranglement, suivi d'une sorte de bulbe allongé (*clo*, Pl. 16, fig. 2 et 3), qui paraît ressembler assez, pour sa structure, au bulbe pharyngien. Aussi le regardé-je comme un cloaque à parois musculaires, destiné tout à-la-fois à livrer passage aux résidus de la digestion et aux produits de l'appareil générateur, qui est situé au-dessus du tube digestif et s'abouche avec la face supérieure du cloaque.

De nombreux essais pour colorer, à l'aide de liquides colorés artificiellement, l'intérieur du canal digestif des Tardigrades et pouvoir en reconnaître ainsi la disposition et les fonctions, ont été complètement inutiles. Ces animaux ne se nourrissent que

de substances animales; mais j'ai été beaucoup plus heureux lorsque j'ai réuni dans un même verre de montre une espèce très vorace et très transparente, le *Macrobiotus Hufelandii*, avec une espèce dont les liquides sont fortement colorés avec des *Emydium*, par exemple. Voici ce que l'on observe :

Les *Macrobiotus* peuvent supporter très long-temps l'abstinence.

A jeun, leur estomac est d'une transparence complète et dépourvu de toute coloration. C'est un long sac très rétréci, floconneux, dont on ne distingue pas bien nettement la cavité intérieure. On remarque à peine dans les parois quelques traces de globules. Son aspect est celui d'une sorte de flocon nuageux : à bords bien arrêtés, offrant à sa surface externe des sillons et des lobes, en apparence tout-à-fait irréguliers.

Au moment où il vient d'être rempli, sa cavité intérieure se dessine nettement, simple, sans renflemens et surtout extrêmement distincte des parois de l'organe lui-même, qui conservent une grande épaisseur et toujours le même aspect tomenteux ou floconneux, avec des lobes assez inégaux et sans ordre, qui flottent et se déplacent suivant les mouvemens de l'animal.

Ces parois, après deux ou trois jours, se montrent colorées, surtout dans la portion moyenne de la longueur du sac stomaco-intestinal, et comme imprégnées par le liquide qui en remplit la cavité. A mesure que la coloration des parois augmente, leur épaisseur augmente également, et le diamètre de la cavité intérieure diminue.

Beaucoup plus tard la cavité est de nouveau remplie par une matière de couleur verte, ayant assez de consistance pour qu'on puisse par la compression la forcer à sortir tout entière par le cloaque et l'anus, sans qu'elle perde sensiblement ses formes ni ses dimensions, ce qui prouve en même temps l'excessive dilatabilité du cloaque et de la portion terminale de l'intestin; car la masse dont il s'agit a quelquefois un diamètre double ou triple de celui du bulbe cloacal tout entier.

Cette matière verte est le *foeces*, le résidu de la digestion. Mais comment s'est fait le passage de l'humeur rouge, puisée dans le corps des *Emydium* à ce *foeces*? En raisonnant par

analogie avec les animaux supérieurs, nous penserons que, dans les parois du sac alimentaire, pourraient se trouver certains organes sécréteurs, agissant sous l'excitation causée par la présence des alimens, à la façon des follicules gastriques, par exemple, pour verser sur les substances alibiles un fluide de couleur brune, devant produire la conversion de ces substances en un chyle absorbable.

Mais il me semble beaucoup plus conforme aux faits que j'ai observés de supposer que les humeurs alibiles, qui, au moment de leur arrivée, remplissent la cavité, passent ensuite directement dans l'épaisseur même des parois stomaco-intestinales et dans les lobes qui la constituent, pour y subir le travail digestif et n'être versées une seconde fois dans la cavité digestive qu'à l'état de *suon*.

Toutes les fois que l'estomac offre un certain degré de développement, ce qui est une preuve que l'état de jeûne ne s'est pas prolongé très long-temps; ses parois, dans les *Macrobotus* et les *Milnesium*, renferment de nombreux globules incolores (Pl. 15, fig. 1), que nous pouvons considérer probablement comme des produits de la digestion. Les rapports de ces globules avec ceux du sang et avec la substance des tissus eux-mêmes seraient donc fort importans à étudier. Je n'ai pu le faire qu'incomplètement. Ils m'ont toujours paru solubles dans les alcalis, comme les globules simples du sang, comme la trame de la couche dermoïde, tandis que le contraire a lieu pour les corpuscules contenus dans les grands globules composés du sang.

Jamais le *Macrobotus Hufelandii* n'offre dans sa cavité digestive aucune pièce solide provenant des animaux dont il a sucé les humeurs, ce qui s'explique facilement par l'étroitesse du tube pharyngien; à plus forte raison en est-il de même de tous les autres *Macrobotus* et des *Emydium*; mais, chez les *Milnesium tardigradum*, où le tube est beaucoup plus large, le bulbe beaucoup plus extensible, et l'oesophage plus dilatable, on reconnaît fréquemment, parmi les alimens des appareils mandibulaires, provenant de Rotifères de petite taille. J'en ai rencontré ainsi jusqu'à six ou sept à-la-fois.

Le canal digestif que je viens de décrire est exclusivement

celui des *Milnesium* et des *Macrobiotus*. Celui des *Emydium* présente des particularités bien tranchées, et doit être décrit séparément.

L'œsophage est beaucoup plus court; le sac stomaco-intestinal est, au contraire, beaucoup plus vaste; il ressemble à un nuage floconneux épais, avec des étranglemens et des renflemens plus ou moins étendus qui correspondent aux muscles sterno-dorsaux et aux intervalles que ces muscles laissent entre eux.

Son tissu, comme celui de la couche dermoïde et de tous les organes internes des *Emydium* en général, est plus délicat et plus fragile que chez les deux autres genres. On y reconnaît simultanément ou sur des individus différens trois colorations différentes: le rouge terre de Sienne, qui est la couleur générale des tissus; le noir et le vert, ou le verdâtre.

Celle-ci n'occupe jamais que la cavité intérieure, et, disons-le dès maintenant, offre une analogie complète avec celle que nous avons vue caractériser le *faeces* des espèces précédentes: aussi n'y reviendrai-je pas.

La couleur rouge est celle du tissu propre de l'organe, qui quelquefois, mais rarement, n'en présente pas d'autres. L'animal, dans ce cas, n'offre plus cette grande tache noire médiane qui frappe les yeux, lorsqu'on l'observe avec une simple loupe. L'estomac, dans ce cas, est toujours fort réduit en volume: il n'offre plus que des renflemens peu étendus; en un mot, tout prouve que l'animal est à jeun. C'est alors que les parois sont le plus minces, et que le tissu est le plus transparent, et peut être le mieux étudié. On y reconnaît de l'analogie avec la couche dermoïde; car il présente, outre un tissu propre, coloré d'une manière continue, de nombreuses gouttelettes de cette matière huileuse colorée plus réfringente que l'eau, et que j'ai rencontrée déjà dans la couche dermoïde et dans le sang; mais ce qui caractérise le tissu des parois stomacales, c'est la présence de corpuscules spéciaux sur lesquels nous devons nous arrêter un instant; car ils sont fort remarquables par toutes les particularités de leur histoire. (Voy. Pl. 15, fig. 2, 3, 4, 6.)

Petits, peu nombreux, transparens et de couleur vert clair, dans les parois de l'estomac, tel que nous venons de le prendre

pour objet d'étude, c'est-à-dire transparent, peu développé, vide et de couleur terre de Sienne, ils se montrent dans d'autres circonstances plus grands, très nombreux, presque opaques et de couleur noire ou vert très foncé; et c'est à leur présence que l'estomac, qui est toujours alors très grand, doit la coloration noire qu'il présente alors et qui produit l'apparence d'une grande tache noire, médiane, irrégulière.

Leur forme est elliptique, plus ou moins irrégulière; leur diamètre, lorsqu'ils sont le plus développés, est de $0^{\text{mm}},005$ à $0,0075$ (2 à 3 quatre-centièmes de millimètre).

Étudiés à l'aide du microscope seul, ils offrent trois caractères: 1° leur forme discoïdale; 2° un cercle noir intérieur, concentrique à leur bord extérieur, et qui leur donne une forme annulaire, le centre et la zone comprise entre les deux cercles réfractant la lumière d'une façon un peu différente; 3° la propriété qu'ils ont, lorsqu'on les chasse de l'intérieur du corps de l'animal, avec le reste des parois stomacales plus ou moins lacérées, et qu'on les comprime, de s'entourer d'une auréole, ou espace sphérique libre, dans l'intérieur duquel ils prennent des positions différentes, tantôt au centre, tantôt tout près de la périphérie. J'ai essayé de représenter ces divers faits dans les figures 4 et 6 de la planche 15.

J'ai déjà signalé, quelques pages plus haut, des auréoles analogues autour de certains globules des glandes salivaires; M. Du-jardin en a rencontré de pareils dans les Infusoires proprement dits, et il les considère, je crois, comme produites autour des globules qu'elles entourent, par quelque cause physique qui tiendrait à distance les granules dont paraissent se composer les tissus de tous les animaux inférieurs, pour ne laisser arriver que le fluide qui les baigne. C'est là une opinion que je ne serais pas très éloigné de partager; cependant il me semble difficile d'expliquer pourquoi beaucoup d'autres corpuscules, tout aussi denses, et du même diamètre, les quatre antérieurs des glandes salivaires, par exemple, et les globules huileux eux-mêmes, ne s'entourent pas constamment aussi d'auréoles semblables dans les mêmes circonstances. D'un autre côté, si ces apparences auréolaires sont produites par l'existence d'une disposition perma-

rente, d'un organe à parois propres, et dans la cavité interne duquel le corpuscule serait contenu, pourquoi ne les apercevrait-on pas dans les parois stomacales intactes?

Quelle est la constitution de ces petits corps singuliers? Ils renferment évidemment au moins deux parties distinctes, un noyau central et une substance qui l'entoure.

Celle-ci paraît fluide, ou au moins très molle; elle s'allonge, se déforme dans les mouvemens que les corpuscules éprouvent; le noyau peut se déplacer à son intérieur; en outre, il arrive parfois que la surface externe se déchire, et que le noyau devienne libre dans le liquide ambiant, ce qui prouverait que cette surface, si elle n'est pas d'une nature différente, a du moins plus de densité que la substance intérieure, qui est liquide, et lui forme une enveloppe.

Le noyau interne offre au contraire tous les caractères d'un corpuscule solide.

Ajoutons que les corpuscules stomacaux ont les mêmes dimensions, quel que soit l'âge de l'animal.

On le voit, jusqu'ici rien ne peut nous éclairer sur la nature de ces corps très singuliers; j'ai espéré pouvoir obtenir de meilleurs résultats de l'emploi des réactifs. Les acides, les alcalis et l'éther, exercent des actions différentes; l'alcool n'en exerce aucune.

Lorsqu'on place ces petits corps dans une dissolution faible de potasse, l'enveloppe extérieure se déforme, puis se détruit, et laisse échapper un contenu verdâtre au milieu duquel nage le noyau central, animé d'un mouvement brownien. Celui-ci m'a paru rouge; et d'un autre côté, l'acide sulfurique le colore en bleu ou en verdâtre, en le dissolvant. Nous retrouverions donc là le principe colorant que nous avons déjà eu tant de fois l'occasion d'étudier, mais associé à un principe différent du principe huileux qui est la base des globules de la couche dermoïde, des globules simples du sang, et de ceux qui entrent dans la constitution des globules composés, si, comme il m'a toujours paru, ces derniers, si petit que soit leur diamètre, demeurent toujours insolubles dans la potasse. (1)

(1) Dois-je dire avec quelle hésitation, avec quelle inquiétude même, je me suis décidé à

L'ammoniaque produit des effets analogues, mais moins prompts et moins complets; le nodule central persiste, même après la destruction de la substance qui l'entoure.

Les acides en général dissolvent les corpuscules stomacaux, après leur avoir fait prendre une belle teinte verte,

Ils ne sont pas complètement détruits dans l'éther, mais ils y perdent peu-à-peu leur coloration, et le nodule central disparaît. Pour m'assurer s'il était, en effet, détruit, j'ai fait agir la dissolution de potasse, et l'ammoniaque, après l'action prolongée de l'éther; l'enveloppe externe est détruite, comme à l'ordinaire, et l'intérieur se vide; mais il m'a toujours paru que le nodule central n'existe plus.

Tels sont les résultats que j'ai pu obtenir touchant la nature et la constitution des corpuscules discoïdaux de l'estomac des *Emydium*; il me reste quelques faits intéressants à présenter relativement à leur distribution.

Ordinairement, ils sont répandus d'une manière à peu-près égale dans toute l'étendue et dans toute l'épaisseur des parois stomacales; mais il arrive pourtant qu'on les voie limités à une partie seulement de cette épaisseur, de sorte que les parois semblent décomposées en deux couches distinctes, dont l'une interne, renfermant les corpuscules dont il s'agit, grands et noirs, avec de grands globules huileux; l'autre externe, de couleur terre de Sienne très claire, et ne contenant que des globules huileux très petits, et des corpuscules discoïdaux très petits, transparents et peu colorés. Enfin, dans un troisième état, on rencontre les corpuscules dont il s'agit, ainsi que les grands globules huileux qui les accompagnent, contenus dans une substance granuleuse analogue à celle du tissu propre des parois stomacales,

publier ces résultats d'essais faits pour arriver à l'étude comparative des tissus par des sortes d'analyses qualitatives. Le nodule central des corpuscules stomacaux n'a pas plus d'un à deux millièmes de millimètre. Des résultats certains, obtenus de cette manière, seraient, je crois, de la plus grande importance pour la connaissance des organismes inférieurs; ceux que je présente dans ce chapitre ne doivent être considérés que comme de simples indications, dues à des tentatives consciencieuses, mais qui, par leur nature même, ont décuplé peut-être les difficultés déjà si grandes et si subtiles, que présente l'emploi ordinaire du microscope, et, je dois l'ajouter, les chances d'erreur auxquelles il expose. Aussi ne regardé-je cette partie de mon travail que comme tout-à-fait provisoire; je désire vivement pouvoir la reprendre plus tard.

comme dans une gangue, et constituant avec celle-ci une masse assez solide, à l'intérieur de laquelle est contenue la substance verte que je regarde comme le *faeces* (Pl. 15, fig. 4). La fragilité des tissus du tube digestif est cause que je n'ai jamais pu faire sortir cette masse noire sans les briser; mais il en est de même du *faeces*, que j'ai pu chasser au contraire hors du système intestinal chez les *Macrobiotus* et les *Milnesium*, en le conservant intact, et je ne doute pas que la masse dont il s'agit ne soit tout aussi indépendante des parois stomacales que le *faeces* lui-même.

Je dois ajouter que je crois avoir constaté d'une manière certaine que les deux derniers états que je viens de décrire ne se montrent qu'aux approches et au moment même de la mue.

Est-il permis d'admettre que l'estomac mue tout entier chez les *Emydium*? qu'une paroi nouvelle se forme autour de la paroi existante, et sur cette paroi elle-même, et que, lorsque cet estomac de nouvelle formation, avec son tissu propre, ses globules huileux et ses corpuscules propres, a pris un certain degré de développement, l'ancien tout entier s'en détache pour ne constituer plus, à son intérieur, qu'un résidu qui doit être rejeté? Ce serait assurément fort singulier; peut-être me blâmera-t-on même d'avoir émis de semblables idées, même sous cette forme dubitative. J'aurais pu, en effet, dire des Tardigrades ce que j'en savais de certain, et rien de plus; mais peut-être aussi devais-je tenir à rendre un compte exact de tout ce que je croyais propre à conduire vers des recherches et peut-être vers des découvertes nouvelles, dans ce sujet si difficile des organismes inférieurs.

Je ne connais chez les *Macrobiotus* et les *Milnesium*, rien d'analogue aux corpuscules discoïdaux, si ce n'est peut-être chez *M. Oberhaeuser*, où l'estomac présente des globules qui semblent différens de ceux que j'ai signalés déjà dans l'estomac des autres espèces. Mais ces globules sont très petits, et je n'ai pu les étudier comparativement avec les corpuscules discoïdaux et à noyau des *Emydium*.

CHAPITRE II.

2° PARTIE.

ORGANES DE LA VIE DE RELATION.

§ 1^{er}. *Moyens d'étude. — Engourdissement des Tardigrades.*

Pour arriver à la plupart des faits déjà exposés, et à plusieurs de ceux qui vont suivre, il suffit d'employer le microscope, sans aucun artifice particulier; mais on serait conduit par là, sans nul doute, quelque effort que l'on pût faire, à nier l'existence des systèmes musculaire et nerveux, et de plusieurs parties importantes des appareils de nutrition et de reproduction eux-mêmes. J'ai eu le bonheur de découvrir ce fait important, que l'engourdissement chez les Tardigrades, en désignant par ce mot la suspension momentanée des fonctions vitales, a pour résultat: 1^o de faire tomber les globules du sang dans les parties les plus déclives, et 2^o de faire prendre aux tissus certaines apparences qu'ils n'avaient pas, et de leur communiquer une réfringence qui les rend distincts du liquide dont ils sont baignés.

Le premier fait s'explique facilement par la non-coagulation du sérum, tant que les animaux conservent la faculté de revenir à la vie, et par la densité des globules composés, plus grande que celle du sérum lui-même.

Mais, quant au second, je ne connais rien d'analogue dans la physiologie comparée tout entière.

Un Tardigrade pris dans les circonstances ordinaires et étudié vivant, ou après avoir été tué d'une manière quelconque ne présente aucune apparence, aucun ensemble que l'on puisse assimiler à des nerfs, à des ganglions, à des fibres ou à des faisceaux musculaires: qu'il vienne à être engourdi naturellement ou artificiellement, et tous ces systèmes si compliqués que je décrirai bientôt, deviennent aussi manifestes qu'ils l'étaient peu, l'instant d'au paravant.

J'ai cru pendant long-temps que ce phénomène était dû simplement à ce que les globules composés en tombant dans les

parties les plus déclives de l'animal engourdi, comme au fond d'un vase, dégagent les parties supérieures, ainsi que les organes qu'elles renferment, et cessent de produire ces jeux de lumière qui ont conduit à plusieurs erreurs les observateurs précédens; mais j'ai bientôt reconnu que les fibres musculaires et nerveuses même les plus déliés, continuaient d'être visibles pendant fort long-temps dans un Tardigrade sortant de l'état d'engourdissement, et reprenant son activité vitale; et que ce n'était que par degrés qu'elles redevenaient invisibles, et long-temps après que les globules composés avaient repris leur place et leurs mouvemens accoutumés.

L'asphyxie est le moyen qui réussit le mieux, celui qui donne les plus beaux résultats. Je prends des Tardigrades vivans, je les place dans un tube en verre plein d'eau préalablement privée d'air par l'ébullition, et au-dessus de laquelle j'ai le soin de mettre une couche d'huile pour la séparer de l'atmosphère. Après vingt-quatre heures l'engourdissement est complet, il est plus complet et plus durable après deux, trois, quatre jours; ce n'est qu'après cinq à six jours que les Tardigrades perdent la faculté de revenir à la vie. (1)

(1) L'expérience doit être faite sur un grand nombre; car il s'en faut de beaucoup qu'elle réussisse également sur tous. A peine en obtient-on un ou deux sur une vingtaine qui soient dans toutes les conditions favorables à l'observation, même dans les cas où le succès est le plus complet. Or, ce n'est jamais un travail facile et de courte durée, que de se procurer vingt Tardigrades. Il m'a quelquefois fallu deux jours tout entiers. Voici, du reste, les moyens que j'emploie pour cette sorte de chasse.

Je me sers du sable, qui garnit le pied des touffes de mousse. Le sable des gouttières serait peut-être préférable; mais il n'y a pas des gouttières partout où il y a des Tardigrades. Je recueille donc les touffes tout entières, et les fais dessécher d'abord, pour les conserver indéfiniment. Lorsque je veux me procurer les animaux, je divise les touffes et les mets tremper, avec le sable qui s'en échappe, dans des verres de montre. Au bout d'une demi-heure ou plus, je les retire, après les avoir secouées dans l'eau; car c'est là que se tiennent les Tardigrades, et, après les petites opérations que je viens de décrire, il n'en reste presque plus dans les touffes.

Il faut s'assurer d'abord si le sable obtenu de cette manière en contient: c'est ce qui est facile avec un microscope simple portant une loupe d'un centimètre et demi de foyer et grossissant par conséquent une vingtaine de fois, pourvu toutefois qu'on ait soin d'écartier et de remuer les fragmens de sable avec une aiguille, qui sert en même temps à en réunir plusieurs sur un même point, lorsque le sable est assez riche.

Reste maintenant à s'en emparer, à les réunir dans un même verre de montre, à les

Dans cet état, l'animal se dilate et son enveloppe se distend, sans doute par un effet d'endosmose; la segmentation extérieure devient beaucoup moins apparente; il s'accroît d'un quart ou d'un cinquième dans tous les sens; et il suffit d'une compression légère pour le faire crever.

La privation d'air n'est pas le seul moyen de produire l'engourdissement. J'ai rencontré une mousse qui contenait des *Milnesium* en abondance; je la mouillais comme d'ordinaire, avec la même eau et dans les mêmes vases, et cependant les *Milnesium* ne s'y rencontraient qu'engourdis, et conservaient cet état jusqu'à ce que la fermentation de la mousse elle-même devînt pour eux une cause de mort. A peine placés sous le compresseur, ou dans un nouveau verre de montre, ils reprenaient vie, soit que ce dernier contint de l'eau nouvelle, ou seulement de l'eau du premier vase. Il suffisait, pour obtenir le résultat, de mêler à l'eau d'infusion une petite quantité d'eau pure; j'ai même vu plus d'une fois les *Milnesium* revenir à la vie, après que j'avais enlevé la mousse de l'eau qui les contenait, sans que celle-ci eût pu éprouver aucune autre modification que celle qui pouvait résulter du mouvement causé par cette petite opération. En un mot, tous les essais que j'ai pu faire pour découvrir la cause de ce fait exceptionnel, ne m'ont conduit qu'à en apprécier mieux la bizarrerie.

Je citerai la fermentation elle-même de la mousse et du liquide dans lequel les Tardigrades sont plongés, comme un moyen de produire des effets analogues à ceux de l'asphyxie; mais cette fermentation se fait long-temps attendre. Je pense toutefois qu'on pourrait obtenir un bon résultat en mouillant

transporter sous le compresseur, etc., etc. Les cuillers en métal, en verre ou en tout autre matière, les pinceaux et tous les autres moyens que l'on trouve indiqués dans les traités de micrographie, entraînent une perte de temps considérable, et, à moins d'une habileté bien rare, il arrive fréquemment qu'on écrase les animaux, en voulant les saisir. Un tube de verre effilé ne présente aucun de ces inconvénients. En le plongeant dans l'eau, celle-ci s'y précipite par l'effet de la capillarité, et il suffit d'en approcher l'extrémité, du Tardigrade qu'on veut saisir, pour qu'il y soit entraîné par le courant. Pour le placer sur la lame de verre du compresseur, on souffle par le bout opposé. Le même tube s'emploie pour épuiser l'eau, qui peut se trouver en excès sur la lame de verre; pour l'introduction des acides et pour plusieurs autres détails de l'observation microscopique.

immédiatement la mousse avec de l'eau dans laquelle on aurait préalablement fait bouillir quelques débris végétaux, à cause de la promptitude avec laquelle de semblables infusions fermentent, surtout pendant l'été.

Les Tardigrades engourdis reprennent ordinairement vie pendant la durée de l'observation, et cette circonstance permet de constater plusieurs faits fort intéressans : je mets au premier rang le retour du sang de la coagulation à l'état de fluidité; et la disparition lente et progressive des muscles et des nerfs. Les muscles demeurent toutefois fort long-temps visibles. Les nerfs lorsque l'asphyxie s'est long-temps prolongée offrent un aspect granulé; c'est alors que l'on découvre le mieux les ganglions; mais d'un autre côté, il en résulte cet inconvénient, qu'on pourrait les prendre pour un amas assez confus de globules. Le retour de cet état singulier à l'homogénéité complète, à la limpidité qui caractérise le système nerveux des Tardigrades intacts, a lieu quelquefois dans un assez petit nombre d'heures.

§ 2. *Système musculaire.*

O. J. Muller, dit, dans son mémoire sur le *Bärthierchen* (*Macrobotus ursellus*) que le corps est une bourse transparente, musculuse et ridée. C'est la seule fois à ma connaissance, que l'on ait parlé, même vaguement du système musculaire des Tardigrades. Lorsque j'entrepris l'étude de ces animaux, je les regardais donc comme très simples, et rien ne me permettait de croire à l'existence de muscles bien distincts, et offrant dans leur nombre dans leurs dimensions, dans leur direction, dans leurs points d'attache et dans leurs fonctions, une constance tout-à-fait comparable à celle qui caractérise le système musculaire des animaux les plus élevés. La découverte des effets de l'engourdissement, m'a mis dans une nouvelle voie. On trouvera peut-être qu'il était inutile de consacrer un temps très long à étudier ce système dans tous ses détails, à déterminer tous les muscles, leurs points d'attache, leurs relations entre eux et avec les mouvemens de l'animal; à pousser en un mot jusqu'à ses dernières conséquences la portée de l'instruction grossissant. Beaucoup de considéra-

tions relatives, les unes à la zoologie des animaux inférieurs, les autres à l'étude du microscope lui-même, considéré comme moyen d'observation pour l'anatomie et la physiologie d'êtres beaucoup plus élevés en organisation; m'ont porté à penser le contraire. Je n'ai donc rien négligé pour arriver à la connaissance complète du système musculaire : plus tard les mêmes considérations m'ont conduit à répéter le même travail pour le système nerveux, et si d'un côté cette partie de mon travail m'a demandé plus de temps et d'étude que tout le reste ensemble, d'un autre côté, je n'ai pas été médiocrement soutenu par la jouissance que j'éprouvais à contempler des mécanismes aussi variés, aussi complets, dans des animaux que l'on peut compter parmi les plus petits qu'il soit donné à l'homme de pouvoir observer.

A. DES MUSCLES EN GÉNÉRAL.

Les muscles des Tardigrades sont essentiellement distincts de la peau et de tout autre système d'organes. Ce sont des cordons droits, cylindriques ou aplatis, s'élargissant un peu, et quelquefois même se bifidant à leur extrémité, sans ponctuations ni stries longitudinales ou transversales qui indiquent l'existence à l'état normal de fibres ou de globules dans leur composition, qui paraît être la plus simple et la plus homogène possible. Telle est leur constitution ordinaire. Mais on en rencontre parfois qui présentent dans leur milieu (Pl. 17, fig. 2) des renflements irréguliers, des bosselures avec un aspect granuleux (1) : je serais assez tenté de croire que ce ne sont là que des irrégularités accidentelles; mais d'un autre côté, certains muscles des membres se terminent presque toujours de cette manière à leur extrémité postérieure (fig. 3) : je citerai CY et FT, Pl. 17, fig. 1.

(1) Le mot *granuleux* rend très mal ce que je voudrais exprimer; car il donne l'idée de *granules* ou de *globules* distincts. L'apparence dont il s'agit se présente très fréquemment quand on étudie les tissus au microscope: c'est celle d'amas de taches très irrégulières, dues à de simples différences de réfringence dans les tissus, différences résultant de l'épaisseur ou de l'inclinaison différentes des surfaces, ou de toute autre cause, mais que l'imperfection des instrumens a presque toujours fait prendre pour des globules, que l'on a même fort souvent dessinés comme présentant dans leur disposition une régularité parfaite, alors qu'il n'en existait réellement aucune trace.

L'alcool leur donne un aspect granulé qui en facilite jusqu'à un certain point l'étude, en les rendant un peu plus opaques, surtout si on emploie ce moyen sur l'animal engourdi.

Chaque muscle a son point d'attache parfaitement déterminé et pris non-seulement sur la couche dermoïde interne, mais aussi sur la couche épidermique externe, ce que prouvent les sillons et les enfoncemens de cette dernière couche, ainsi que l'examen attentif du phénomène de la mue, qui a été précédemment décrit.

Les muscles du tronc et la plupart de ceux des membres ont leurs deux points d'attache sur les sillons intersegmentaires, et, jusqu'à un certain point, ce sont eux qui déterminent ces sillons.

Les muscles sont incolores, même dans les espèces le plus fortement colorées. S'il arrive que l'animal que l'on observe soit tellement disposé, que l'axe de l'un de ses muscles coïncide avec la direction des rayons lumineux, la lumière du réflecteur le traverse sans obstacle dans le sens de sa longueur, et l'on voit apparaître sur l'enveloppe une tache lumineuse, dont on pourrait chercher long-temps l'explication. Cet effet a lieu souvent pour les muscles *sterno-dorsaux* ou muscles en V.

Le seul phénomène qui accompagne la contraction musculaire, c'est la tension et le raccourcissement, accompagnés d'une augmentation proportionnelle en diamètre.

B. DESCRIPTION DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

Les muscles peuvent être considérés comme appartenant à trois systèmes différens : 1° au système annulaire (je n'ose dire *squelettique*) : ce sont ceux qui produisent les mouvemens généraux de la tête et du tronc ; 2° au système appendiculaire : ce sont les muscles des membres ; 3° au système digestif.

1. Muscles du système annulaire.

A l'exception de ceux de la quatrième série, ils offrent une disposition longitudinale ou légèrement oblique, et s'étendent depuis le bord postérieur de la ventouse buccale jus-

qu'au bord postérieur du deuxième segment du quatrième anneau, et à l'origine de la quatrième paire d'appendices. Leur disposition n'est pas absolument identique dans les différents anneaux du tronc : c'est une conséquence du petit nombre de ces anneaux, qui donne à la position qu'ils occupent une importance fonctionnelle plus grande ; mais l'analogie n'en existe pas moins, et elle est même assez marquée, pour que je l'eusse prise pour point de départ dans l'étude de la composition annulaire du corps, et du nombre ainsi que des rapports des anneaux du tronc, alors que je n'avais pas encore trouvé le système nerveux.

Je décrirai ce système de muscles comme composé de quatre séries distinctes :

1° *Série ventrale* (Pl. 17, fig. 1). Les muscles que je comprends dans cette série ont tous un de leurs points d'attache, au moins, à la face ventrale du corps, sur la ligne médiane ou à peu de distance. Elle a pour axe, de chaque côté, un long cordon ABEHLNO, formé par une série de muscles parallèles à la ligne médiane, et dont le premier prend son point d'attache en arrière de la ventouse buccale, en A, et le dernier, sur la marge de l'anus en O. Six muscles distincts y sont compris, dont un pour la tête AB, un pour chacun des anneaux du tronc, à l'exception du dernier, qui en a probablement deux, BE, EH, HL et LN, NO.

Cet axe musculaire est rattaché à la ligne médiane par un petit muscle oblique dans chaque segment du tronc, à l'exception du segment antérieur du premier et du segment postérieur du quatrième : premier anneau, CE; deuxième, EF, FH; troisième, HI, IL; quatrième, LM.

Il est rattaché à la série latérale par un muscle oblique dans chaque anneau et dans la tête elle-même, Ba, Ed, Hg, Lk, On.

Il existe, en outre dans chacun des trois premiers anneaux antérieurs, un long muscle, qui rattache la ligne médiane ou sternale à la série latérale, et qui est *trisegmentaire*, c'est-à-dire que, prenant son point d'attache postérieur au bord postérieur du premier segment de l'anneau, qui vient après celui auquel il appartient, il traverse trois segments Fd, Ig et Nk.

Enfin les trois premiers anneaux ont, dans leur segment pos-

térieur, de chaque côté de la ligne médiane, un petit muscle CD, FG, IK.

Nous comprenons donc dans la série ventrale vingt-trois muscles distincts de chaque côté du corps.

Ce sont les muscles de la série ventrale qui produisent exclusivement les mouvemens du corps de haut en bas, les muscles obliques contribuent aux mouvemens latéraux et au soulèvement en gouttière que Müller avait observé à la face ventrale du corps.

2° *Série latérale* (Pl. 18 et Pl. 19, fig. 1). Cette série est fort compliquée, et se refuse à toute description minutieuse, les différens cordons musculaires qui la constituent se rattachent pour la plupart entre eux, au point qu'ils semblent accolés et confondus dans une partie de leur longueur.

Elle commence en avant par trois points, α en arrière de l'anneau buccal, β en arrière et en dessus de l'anneau pharyngien et sur un point d'attache appartenant aussi à la série musculaire dorsale; d derrière le bord postérieur du deuxième anneau céphalique, et va se terminer en arrière en un seul point p , qui lui est commun, ainsi que le point β lui-même avec la série dorsale.

Les muscles qui la constituent, considérés dans le sens vertical, sont au nombre de un dans le deuxième segment du quatrième anneau, po ; de deux dans le segment antérieur de l'anneau pharyngien, de trois dans le premier segment des premier, deuxième, troisième et quatrième anneaux, et de quatre dans le deuxième segment des premier, deuxième et troisième.

Considérés dans le sens de leur longueur, ils occupent un, deux ou trois segmens; or, nous en trouvons:

1° Huit unisegmentaires, $ec, ef, hi, hj, jl, ln, mo$ et po , dont deux seulement, jl et mo , sont situés dans le premier segment de l'anneau auquel il appartient;

2° Sept bisegmentaires $ab, bf, dg, fj, fk, im, lo$, dont un seul, lo , appartient à deux segmens d'anneaux différens; les autres appartiennent en propre à un seul anneau;

3° Enfin quatre trisegmentaires ae, ch, fl, io , un pour chacun des anneaux antérieurs de l'animal, l'anneau pharyngien compris. Chacun de ces muscles prend son origine au bord au-

érieur de l'anneau auquel il appartient, et se prolonge en arrière dans tout le premier segment de l'anneau suivant.

Il est bien digne de remarque que les mêmes tendances président à la distribution des muscles dans la série ventrale.

En partant du principe d'après lequel j'ai compté les muscles de cette dernière série, c'est-à-dire en comptant comme muscles distincts tous ceux qui diffèrent au moins par un de leurs deux points d'attache, on comptera dans celle-ci dix-neuf muscles de chaque côté.

3° *Série dorsale* (Pl. 19). Cette série est celle dont l'arrangement est le plus simple et le plus régulier: elle est constituée, à proprement parler, par deux longs cordons $\alpha\mu$ et $\alpha'p$, prenant leur point d'attache antérieur immédiatement en arrière de la ventouse, et se terminant à la partie postérieure du quatrième anneau, après avoir pris sur leur trajet des points d'attache dans chaque anneau, et par un muscle uniségmentaire, allant de l'un à l'autre des deux précédens, dans chaque segment du tronc.

En considérant, ainsi que nous l'avons fait, tout cordon ayant deux points d'attache comme un muscle distinct, nous en compterons dix-neuf dans chaque série dorsale.

4° *Muscles en V ou sterno-dorsaux*. Ces muscles, à l'exception d'une seule paire, sont contenus dans les plans verticaux de section des différens segmens. Ils prennent leur point d'attache inférieur sur la ligne médiane, se dirigent en dehors et en haut: ils prennent leur insertion par deux points bien distincts entre les séries dorsale et latérale, et produisent les deux sillons longitudinaux que nous avons signalés comme partageant la face supérieure du corps en trois lobes longitudinaux.

Chaque anneau en présente deux paires, terminant en arrière chacun de ses segmens. On voit en outre, dans le premier, une paire supplémentaire hors du plan vertical (Pl. 18, fig. 1, cv'), et rattachant les deux paires de muscles en V de cet anneau.

Les muscles sterno-dorsaux de la paire antérieure du dernier anneau sont doubles dans toute leur longueur, et la paire est en quelque sorte décomposée d'arrière en avant (Nq et Nq'). La décomposition est plus complète encore dans le deuxième segment; car on y voit: 1° une paire de muscles simples en V, $\mu O'$;

2° un seul muscle médian vertical ν O, représentant rigoureusement la paire antérieure, dont les deux muscles seraient relevés jusque dans le plan de symétrie de l'animal. On voit en ν (Pl. 19, fig. 1) le point d'attache supérieur; l'inférieur est en arrière de l'anus ou sur l'anus lui-même.

La duplicité des points d'attache supérieurs de chaque muscle, à l'exception du supplémentaire V'C du premier anneau, et surtout la duplicité complète de ceux de chaque paire dans le quatrième anneau indiquent que deux muscles doivent être comptés dans chaque plan vertical intersegmentaire, et 33 en tout dans la série des muscles en V, le muscle vertical ν O ne comptant que pour un.

Si on additionne les muscles de ces diverses séries, on verra que 165 muscles distincts produisent par la combinaison de leurs contractions les mouvemens du tronc de l'espèce qui a été prise pour type, *Milnesium tardigradum*.

Muscles des membres.

J'ai déjà dit précédemment que les membres des Tardigrades sont des sortes de tubercules coniques, partagés transversalement par des rides qui les font ressembler aux pattes membraneuses de certaines larves, et qui sont en rapport, comme les sillons transversaux du corps lui-même avec les points d'attache des muscles qui mettent ces membres en mouvement. Ils s'allongent ou se raccourcissent par la rentrée complète ou partielle des divers segmens les uns dans les autres. A l'extrémité sont des ongles forts, de formes très diverses, portés sur un ou deux mamelons terminaux. A l'intérieur se voit un organe d'apparence globuleuse, situé immédiatement en arrière des ongles (Pl. 18, fig. 3), et avec lequel ils paraissent être en rapport, mais sur lequel ils ne sont pas fixés; car j'ai étudié, pour m'en assurer, les mouvemens de ces derniers, et j'ai vu qu'ils en sont absolument indépendans. Si donc, comme je suis assez porté à le croire, cet organe leur sert de support, il existe des muscles qui leur sont propres.

Les muscles des membres sont soumis à cette règle générale, qu'au lieu d'être tendus en ligne droite, comme ceux du tronc,

entre leurs points d'attache, ils suivent les contours de l'enveloppe externe, soutenus qu'ils sont par les muscles longitudinaux des diverses séries ventrale, latérale et dorsale.

Les muscles sont de deux ordres, les *inférieurs* ou *internes*, situés à la face inférieure du corps et prenant tous leur point d'appui sur la ligne médiane, et les muscles *supérieurs* ou *externes*, qui prennent leur point d'appui sur la série dorsale et sur le point d'attache supérieur des muscles en V. Quelques-uns se prolongent directement jusqu'aux ongles ou à l'organe qui les supporte. Les membres en renferment aussi qui y sont contenus tout entiers, y prenant leurs deux points d'attache; les mouvemens propres des ongles et ceux des segmens des pattes sont déterminés par ces derniers.

La plus grande analogie existe entre les muscles des différentes paires: c'est ce dont il sera facile de se convaincre en les comparant dans les muscles de la deuxième et de la troisième paire. Les rapports exceptionnels de la première et de la dernière paire ont nécessairement modifié notablement cette analogie, mais elle existe au moins d'une manière générale.

Les muscles des membres, dont je crois avoir constaté l'existence d'une manière certaine, sont au nombre de 10 externes, 3 ventraux, 5 intérieurs au moins pour la première paire. Je signalerai l'entrecroisement singulier qui a lieu en C (figure 3) sur la ligne médiane entre deux muscles des deux pattes opposées.

De 8 supérieurs, 4 ventraux, 6 intérieurs, pour la deuxième paire;

De 8 supérieurs, 5 ventraux, 6 contenus dans l'intérieur, pour la troisième,

Et enfin de 4 supérieurs, 3 inférieurs et d'un intérieur pour la quatrième paire. (1)

(1) Muscles supérieurs de la quatrième paire de pattes, $\pi P''$, $\mu P''$, $p P''$ et $p P$ (Pl. 18 et 19, fig. 1); muscles inférieurs, NP , NP' (Pl. 17, fig. 1) et $n P$ (Pl. 18 et 19, fig. 1); muscle intérieur, $P'' P'''$ (Pl. 18 et 19, fig. 1).

Muscles du système digestif.

Je ne veux pas parler des sphincters qui ont pour objet de maintenir les alimens dans la cavité stomaco-intestinale et de fermer l'anus; mais on observe de chaque côté du système digestif: un *muscle extenseur* et un *muscle fléchisseur* des stylets: ce dernier prend son point d'attache sur le bulbe; 2° 2 au moins et probablement quatre en avant et 4 en arrière du bulbe (Pl. 15, fig. 1, *m, n*), qui sont destinés à porter en avant et à retirer tout l'appareil pharyngien dans les mouvemens multipliés qu'exécute la tête.

Ces muscles prennent l'un de leurs points d'attache sur le bulbe pharyngien; mais il m'a été impossible de déterminer avec quelque certitude leur autre point d'attache. On ne les voit très-bien que quand, à l'aide du compresseur; on a chassé hors du corps l'appareil pharyngien tout entier.

Les muscles que je viens d'énumérer s'élèvent au nombre total de 287 pour tout l'ensemble du corps d'un *Milnesium Tardigradum*.

B. *Système nerveux.* (Pl. 17, fig. 1.)

La forme et les rapports du système nerveux placent définitivement les Tardigrades parmi les animaux annelés. Toutefois, quelques efforts que j'aie pu faire, je n'y ai pu reconnaître avec certitude qu'un système sous-intestinal, avec quelques-uns des prolongemens qu'elle envoie dans la tête. Ce système est situé à la face ventrale du corps, appliqué immédiatement contre l'enveloppe interne, où il est maintenu par les muscles de la série ventrale et par les muscles des membres qui prennent leur insertion sur la ligne médiane.

On y reconnaît quatre gros ganglions fort semblables entre eux et d'une symétrie parfaite, situés chacun dans le segment antérieur de l'anneau auquel il appartient. Leur aspect diffère considérablement, suivant l'état dans lequel se trouve l'animal. Après la mort, par exemple, ils ne ressemblent plus qu'à d'assez vagues agglomérations de globules, rappelant assez celles d'un infusoire du genre *Volvox*. Dans l'état d'engourdissement que

j'ai décrit comme une condition presque indispensable pour l'observation de ces systèmes si transparents et si déliés, les ganglions offrent encore ce même aspect granulé; quelquefois même, parmi les globules qui semblent les constituer, il en est qui sont plus gros que les autres. Seraient-ce des vacuoles pareilles à celles que l'on observe dans les organismes les plus inférieurs, et dont M. Dujardin, dans ces derniers temps, a le premier bien établi la nature?

A mesure que l'animal reprend ses mouvemens et son activité vitale, le système nerveux reprend une homogénéité de plus en plus complète, et jamais je n'ai pu le distinguer dans un animal à l'état tout-à-fait normal, soit à cause de sa transparence absolue, soit à cause des jeux de lumière produits par le mouvement des organes subjacens.

On pourrait espérer tirer un parti utile de l'emploi des réactifs qui rendent le système nerveux plus consistant et le font souvent apparaître là où on ne l'apercevait pas, chez les animaux supérieurs; mais tous les essais que j'ai tentés dans cette direction ont été absolument sans résultat. L'instant le plus favorable pour l'étude du système nerveux des Tardigrades, est celui où l'animal commence à sortir de l'engourdissement, et où le système nerveux passe lui-même de l'apparence granuleuse à l'homogénéité complète. Ce n'est pas que les acides très étendus, et l'alcool lui-même, soient sans action sur le tissu nerveux; employés sur les animaux engourdis, et où ce système est déjà apparent, ils en augmentent l'aspect granulé, et pourraient par conséquent le rendre plus visible, mais seulement en altérant beaucoup l'aspect, et en détruisant la netteté de la disposition et des formes.

Au centre de chacun des quatre ganglions, se voit une tache que, dans l'état de transparence la plus complète où l'on puisse apercevoir le système nerveux, on serait tenté de prendre pour une perforation. Mais dans l'animal mort ou engourdi, ce point, tout en conservant l'apparence d'une tache circulaire ou ovulaire, se montre occupé par les mêmes globules que l'espace annulaire compris entre ses bords et ceux du ganglion. Ce ne peut donc être qu'une dépression centrale.

Il serait impossible de dire si les filets nerveux ont ou n'ont pas une enveloppe, ou *névrième*, et un tissu nerveux propre; mais je crois pouvoir l'affirmer des ganglions; l'étude que j'en ai faite dans les divers aspects qu'ils prennent sous l'influence de l'engourdissement, la disposition qu'affecte la granulation dans laquelle leur substance intérieure paraît se décomposer (Pl. 17, fig. 5), ne m'ont laissé aucun doute à cet égard.

Les quatre ganglions sont réunis deux à deux par deux filets nerveux longitudinaux très déliés et très écartés, et dans l'intervalle desquels a lieu l'insertion des muscles de l'anneau correspondant qui partent de la ligne médiane ventrale même. Deux points médians d'insertion musculaire se trouvent donc compris dans chaque espace circonscrit par deux ganglions, et par les filets de communication longitudinaux qui les unissent; cependant ces derniers ne sont pas libres dans toute cette longueur; ils sont réunis par une commissure transversale (*co, c'o', c''o''*) comparable à celle qui, chez les Crustacés Décapodes, unit en arrière de l'œsophage les deux cordons de l'anneau œsophagien.

Du deuxième, du troisième et du quatrième ganglion, naissent trois paires de nerfs qui paraissent se prolonger dans l'intérieur même ou peut-être en dessous du ganglion. Ces nerfs n'ont pas à leur origine plus de $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{700}$ de millimètre, et ils diminuent en diamètre à mesure qu'ils se ramifient davantage; le diamètre des filets les plus petits paraît être au plus de $\frac{1}{2000}$ à $\frac{1}{3000}$.

La paire antérieure se porte sur les côtés du corps, s'y divise en deux branches dont la postérieure se renfle bientôt en un très petit ganglion (*g*); puis toutes les deux remontent jusqu'aux séries musculaires latérale et dorsale, où elles se ramifient. On peut les y suivre jusque dans les muscles les plus voisins de la ligne médiane, et les y voir se rattacher aux muscles avec assez de certitude pour que j'aie eu un instant la pensée de les dessiner jusque dans les plus minutieux détails de leur distribution. Le peu d'utilité probable d'un travail qui n'aurait pas laissé que d'être long et pénible; m'a semblé une raison suffisante d'y renoncer.

La deuxième et la troisième paires paraissent appartenir spé-

cialement aux muscles moteurs supérieurs et inférieurs des membres.

La première et la seconde (n , Pl. 17, fig. 1) du premier anneau sont unies entre elles dans une partie de leur longueur; mais elles se séparent bientôt pour se distribuer comme dans les autres anneaux.

Je n'ai pu apercevoir aucune ramification de ces trois paires se rendre dans quelqu'un des muscles de la série ventrale longitudinale, et je suis très porté à penser qu'il en existe au moins une quatrième que sa disposition rend invisible, probablement en la faisant confondre avec ces muscles eux-mêmes.

Chacune des trois paires du dernier anneau offre des renflements ganglionnaires, et notamment la troisième au moment de pénétrer dans la dernière paire de membres.

Les deux paires du premier anneau, qui correspondent aux deux paires antérieures des trois anneaux que nous venons d'étudier, sont réunies dans une partie de leur longueur; elles se séparent ensuite pour se distribuer comme celles des trois anneaux précédens.

Rapports des nerfs avec les muscles. On voit très clairement dans les Tardigrades la manière dont les nerfs se rattachent aux muscles. La figure 4 en donne une idée, Au moment d'arriver sur le muscle, le nerf s'épanouit et prend l'aspect d'une matière gluante ou visqueuse, qui serait coulée sur le muscle, l'envelopperait dans certains cas, le plus souvent s'étendrait sur une de ses faces en une couche de plus en plus mince, et dans une portion considérable de sa longueur, et peut-être même dans sa longueur tout entière. Cette substance chez un Tardigrade engourdi paraît granulée ou ponctuée comme les ganglions eux-mêmes; puis, quand l'engourdissement se dissipe, cet aspect va disparaissant de plus en plus, jusqu'à ce que, la substance ayant repris une homogénéité et une limpidité complètes, les rapports des derniers filamens nerveux avec les muscles ne s'y puissent plus apercevoir.

J'ai représenté dans la figure 1, du côté gauche, plusieurs nerfs se terminant de cette manière, dans, ou mieux *sur* les muscles; et du côté droit, plusieurs de ces expansions ner-

veuses isolées des muscles auxquels elles appartiennent (x, x , etc.)

Ce mode de distribution du système nerveux dans le système musculaire est assez singulier, assez en dehors des idées que nous nous faisons des rapports de ces deux systèmes chez les animaux supérieurs, pour qu'il doive se trouver quelques personnes disposées à l'accueillir avec doute : aussi croirai-je devoir ajouter que de tous les faits relatifs au système nerveux, il n'en est pas un qui soit plus apparent ni plus facilement saisissable.

Les Tardigrades jouissent à un très haut degré de la faculté de rentrer la partie antérieure ou postérieure de leur corps, et les membres en eux-mêmes : il faut donc, ou que les nerfs deviennent flottans, comme chez les Insectes, hors l'état de la plus grande extension possible, ou qu'ils jouissent d'une élasticité, d'une extensibilité qui n'est pas l'attribut ordinaire du tissu nerveux ; cependant c'est ce dernier cas qui a lieu, au moins autant que j'ai pu le démêler, les nerfs passant entre la couche dermoïde et les muscles longitudinaux, qui les soutendent, et ne les laissent libres que par parties très restreintes. Ce fait me paraît surtout bien certain pour les cordons longitudinaux de la chaîne ganglionnaire.

Nerfs céphaliques.

Les seuls que j'aie pu constater sont au nombre de deux paires, plus gros que tous ceux dont il a été question précédemment, et naissant du ganglion du premier anneau en avant, des paires que j'ai décrites comme se rendant aux membres et aux séries musculaires longitudinales.

La première, d'arrière en avant ($n. o.$), que je crois pouvoir désigner sous le nom de *nerfs optiques*, remonte sur les côtés et en avant, en suivant une courbure très régulière, et va se renfler en deux gros bulbes ovalaires ($b. o$) situés sur la limite postérieure de l'anneau pharyngien. Ces bulbes sont assez visibles ; mais il est très difficile de saisir leur continuité avec les nerfs que j'ai appelés *nerfs optiques*. (1)

(1) Lorsqu'à l'aide d'un compresseur, dont les verres sont parfaitement planes, on fait crever l'animal par la partie antérieure, tous les appareils contenus dans la tête et une grande

Les *bulbes optiques* sont des sacs dont la cavité contient un liquide limpide. On peut les faire crever par la compression, et le liquide s'écoule. Au fond de la cavité se trouvent les petites masses noires, désignées par les auteurs, comme des points oculaires; ces masses prennent une foule de formes différentes, suivant l'inclinaison sous laquelle on les aperçoit, tantôt discoïdes, tantôt en forme de croissant, ou mieux d'une petite cupule à concavité antérieure. Tout me porte à croire qu'elles ne sont autre chose qu'une couche de pigment coloré enduisant le fond du lac dans lequel elles se voient. Toutes les tentatives que j'ai faites pour en connaître la structure, ont eu pour résultat de les décomposer en granules très petits, à l'exception toutefois de celles des *Emydium*, où elles paraissent constituer une couche continue.

Dans les *Milnesium* et dans les plus grands individus du *Macrobotus Hufelandii*, l'aspect granulé de ces masses noires paraît manifeste, même lorsqu'ils sont vivans et intacts. On dirait parfois les granulations des yeux d'un *Myriapode*. L'anesthésiaque a pour effet de rendre cet aspect plus frappant encore. Lorsque les bulbes sont écrasés sous le compresseur, le pigment s'écoule sous forme d'une traînée de granules noirs assez distincts pour qu'on pût au besoin en assigner approximativement le nombre.

La paire antérieure des nerfs céphaliques (*n. a.*) a toutes les apparences d'un collier œsophagien; mais jamais je n'ai pu la voir remonter au-dessus du tube pharyngien, car ce serait cet organe seulement qu'elle pourrait embrasser, puisqu'il est facile de la suivre jusqu'en avant du bulbe que j'ai décrit comme l'organe de la succion. Ces nerfs m'ont paru se rendre dans

partie des liquides intérieurs s'échappent brusquement par l'ouverture; mais les bulbes et les points noirs oculiformes restent, et, si l'on fait s'écouler par une compression graduée le reste de liquide que le corps contient, on les voit flotter et s'agiter comme le ferait dans un courant assez rapide une boule de cire retenue au bout d'un fil. Ce qui retient dans ce cas les bulbes oculaires n'est autre chose que le filament nerveux, dont ils sont un renflement. Tant que la compression n'est pas poussée trop loin, les bulbes demeurent tout-à-fait intacts, aussi bien que les points noirs qu'ils contiennent; mais, si l'on pousse l'action du compresseur jusqu'à ses dernières limites, le bulbe crève et laisse s'échapper alors avec le liquide qu'il contenait une traînée de points noirs entièrement désagrégés.

deux gros bulbes (*g. c.*), et je me suis cru plus d'une fois sûr d'avoir saisi entre les bulbes et ces nerfs une continuité immédiate; mais il est certain, d'un autre côté, que l'observation n'est nulle part rendue plus difficile, ni sujette à plus d'illusions que dans la tête, à cause de la multitude d'organes qui y sont contenus, des formes variables et mal arrêtées qu'affectent les glandes, et de l'impossibilité où l'on est de s'en débarrasser comme des globules du sang qui obstruent la grande cavité du tronc.

J'ai cru long-temps que les deux branches se réunissaient en avant et y formaient une commissure inférieure au tube digestif. Cette erreur avait pour cause l'apparence semi-circulaire figurée en A'; mais en étudiant attentivement tous les mouvemens de la tête dans un *Milnesium* sortant de son engourdissement, j'ai pu m'assurer que les mouvemens de cet arc de cercle et ceux des deux branches nerveuses sont entièrement indépendans.

Les bulbes (*g. c.*) qui me semblent terminer les cordons nerveux en question, sont situés, chez *Milnesium tardigradum*, immédiatement en arrière des deux petits palpes que porte le segment pharyngien; mais on les voit également, et peut-être même plus développés encore, dans *Macrobaptus Hufeianii*, où je les avais reconnus long-temps avant même de soupçonner l'existence du système nerveux (Pl. 14, fig. 1 *g. c.*)

Quant à ce qui serait de l'existence d'un cerveau, c'est-à-dire d'un ganglion céphalique supérieur, je n'ai pu arriver à aucune donnée suffisante pour me prononcer à cet égard; et les apparences que j'ai cru parfois avoir saisies ne se sont jamais reproduites avec assez de constance pour me permettre d'acquiescer quelque conviction sur ce point, malgré son importance. Je serais assez porté à regarder les deux bulbes A, A comme les deux moitiés fort éloignées du ganglion sus-œsophagien, mais il m'a été impossible de les voir réunis par une commissure supérieure au tube digestif. L'observation très attentive de cette portion supérieure de la tête y fait découvrir des apparences constantes et assez remarquables; mais il serait très difficile de les rattacher d'une manière satisfaisante au sujet qui nous occupe. C'est un point sur lequel il me faudrait revenir

complètement pour que je crusse pouvoir me prononcer d'une manière quelconque.

Toutes les parties qui, chez les Tardigrades peuvent être interprétées comme organes des sens offrent une variabilité qui doit nous les faire considérer comme d'une importance assez secondaire. Ainsi les filamens et les mamelons palpiformes que nous ne pouvons nous refuser à considérer comme des organes d'un toucher plus ou moins parfait chez les *Emydium* et chez les *Milnesium*, manquent absolument chez les *Macrobrotus*, sans que rien paraisse en remplir les fonctions; et *Macrobrotus Oberhaeuser* n'offre aucune trace des points oculaires, sans que pour cela il en donne moins tous les signes qui peuvent dénoter dans un animal comme celui-là une vision, même assez parfaite. Je n'oserais toutefois pas affirmer que le renflement nerveux lui-même n'existe pas; et il ne s'agit ici que des corpuscules noirs qui en sont à la vérité la portion la plus saisissable, mais qui peuvent n'être dans un organe de vision, que d'une importance très secondaire. (1)

Dans le premier segment antérieur du premier anneau du tronc, j'ai vu fréquemment, en arrière des bulbes oculaires, deux corps reniformes, dont je n'ai pu saisir les rapports avec le système nerveux ou tout autre système.

CHAPITRE II.

5^e PARTIE.

SYSTÈME DE LA GÉNÉRATION.

Otto. Fred. Muller désigna comme des *ovaires* de grosses masses arrondies qui se voient à la partie postérieure du corps, et suivant lui, les œufs auraient été les globules qui les constituent: je ne crois pas qu'il ait réellement vu ces derniers globules, qui sont d'une petitesse excessive et ne peuvent être que

(1) Si je n'eusse observé l'absence des points colorés oculiformes dans l'espèce dont il s'agit qu'à l'état adulte, je serais loin de m'en croire certain, à cause de la coloration générale de l'animal, qui eût pu les masquer au point de faire croire qu'ils n'existent pas; mais je m'en suis assuré dans les petits sortant de l'œuf et au moment où ils sont encore entièrement incolores.

difficilement saisis avec nos meilleurs instrumens actuels. Les globules composés qu'il représente comme provenant des ovaires sont très probablement les globules composés que j'ai décrits en parlant du sang.

Ce qu'il a nommé *ovaires*, ce sont véritablement les œufs; MM. Schultze, Ehrenberg et Dujardin qui les ont revus depuis ne s'y sont pas trompés. M. Schultze, qui a bien décrit les œufs de son *Macrobiotus*, les a suivis jusqu'à l'éclosion, mais sans autre but que de déterminer la durée de cette sorte d'incubation. Il indique la forme de l'ovaire, et la place qu'il occupe au-dessus et en arrière de l'intestin; mais il n'a pu découvrir ni organes ni individus mâles.

Noyées en quelque sorte dans le cul-de-sac postérieur du tronc, là où le sang reflue de tous les autres points, ces parties d'ailleurs si transparentes sont d'une étude extrêmement difficile, et ne peuvent être comparées sous ce point de vue qu'à la portion céphalique du système nerveux. Ajoutons qu'elles se présentent à des degrés de développement très différens, suivant qu'il y a ou non dans l'ovaire des œufs près d'être pondus. C'est dans ce moment-là seulement que l'on peut espérer y apercevoir la vésicule fécondatrice.

§ 1^{er}. *Organes femelles, ou producteurs de l'œuf.*

L'*ovaire* est un grand sac à parois lâches et extensibles, situé *au-dessus* et à la partie postérieure du tube intestinal, et se prolongeant quelquefois, quand il est rempli d'œufs, jusque vers le premier anneau du tronc. Il est alors déformé par la dilatation qu'y produisent les masses qu'il renferme, et s'affaisse à droite ou à gauche de l'intestin. Hors le temps de la parturition, c'est un sac presque droit, étroit, allongé d'apparence floconneuse (Pl. 16, fig. 4) prenant son insertion en arrière sur le bulbe cloacal, et se terminant en avant par deux sortes de cornes, d'où partent deux *filamens suspenseurs* (fig. citée l. o.) qui le tiennent fixement tendu au-dessus de l'extrémité postérieure du sac stomaco-intestinal. A peu de distance de leur origine, ces filamens se partagent en deux, dont le supérieur va

se fixer dans le point d'attache que prend le muscle dorsal interne au bord postérieur du deuxième anneau (Pl. 1945), tandis que l'inférieur contourne l'intestin et va se fixer à la face inférieure du corps en un point correspondant au point d'attache des ligamens supérieurs.

A ce degré de développement, l'ovaire ne renferme que des globules sans formes arrêtés, et dans lesquels il est impossible de reconnaître des œufs. Ses parois sont ramenées les unes sur les autres, et l'on ne distingue même pas la cavité intérieure.

OEufs.

On en rencontre quelquefois trois, quelquefois jusqu'à cinq ou même six complètement développés, et dont la ponte, selon toute probabilité a lieu en même temps. Il en est même certainement ainsi pour toutes les espèces qui laissent leurs œufs pondus dans leur dépouille : j'en ai vu jusqu'à onze arrivés simultanément à-peu-près à la moitié de leur développement; mais il est probable que cette simultanéité de développement ne devait pas se continuer; car ils auraient occupé un espace trop considérable.

Ces œufs, encore dans l'ovaire, mais arrivés à leur dernier degré de développement, sont composées chez toutes les espèces.

1° D'un vitellus tantôt coloré en rouge d'ochre (*Emydium*, *Milnesium*, Pl. 12, fig. 6, 7 et 8), tantôt incolore, constitué par des globules très petits et à-peu-près égaux, probablement d'une matière huileuse ou grasse, soluble dans l'éther et dans les réactifs alcalins.

Vers le centre de l'œuf, lorsqu'il est encore dans l'ovaire, se voit une tache claire, limpide, ayant toutes les apparences d'une vacuole, mais ne s'affaissant jamais. La constance de ses dimensions, et la manière dont elle se comporte sous le compresseur, permettent de la considérer comme une vésicule. Ce qui ajoute un degré de probabilité de plus, et doit la faire considérer comme une partie bien distincte des globules dans lesquels elle est comme noyée, c'est que lorsque l'œuf est soumis à l'action de réactifs alcalins faibles, tout le vitellus est transformé en un liquide homogène, dans lequel la tache qui nous

œuf se distingue encore. C'est la vésicule *proligère* ou de Purkinje. Lorsqu'elle a les dimensions que je viens de décrire, elle est la seule tache de cette apparence que l'on observe; mais quelquefois, au contraire, l'œuf est formé au lieu de celle-là un assez grand nombre de taches petites, égales entre elles, se comportant de la même manière. Il n'y a plus alors de *vésicule* proprement dite. Il serait intéressant de savoir si dans ce cas l'œuf est susceptible d'être fécondé. (1)

Est-il renfermé dans une membrane propre, dans une membrane *vitelline*? C'est ce que je n'ai pu déterminer.

On le voit entouré par une zone très étroite, d'une transparence complète; c'est la seule apparence que l'on puisse désigner comme représentant un *albumen*. Cette partie s'accroît un peu pendant le temps qui s'écoule entre la ponte et l'éclosion, temps qui correspond à l'incubation.

Enfin, extérieurement, l'œuf est renfermé dans une enveloppe solide, tantôt lisse (*Emydidium*, *Milnesium*, *Macrobiothus*, *Dujardin*, *ursellus*, etc.). Dans ce cas, le moment de la ponte est pour l'animal une époque de mue, et il laisse à ses œufs pour protection sa propre dépouille; tantôt au contraire, l'enveloppe externe est rugueuse et hérissée de pointes, ou de tubercules qui paraissent destinés à les protéger dans leurs rapports avec les corps ambiants (*Macrobiothus Hufelandii*, *Oberhaeuser* (Pl. 14, fig. 8, 9 et 15)).

En brisant avec précaution ces derniers œufs, et forçant leur contenu à s'échapper, j'ai pu m'assurer de la manière la plus claire que leur enveloppe extérieure est formée d'une double membrane (Pl. 14, fig. 9) dont l'interne, d'une minceur et d'une transparence extrêmes, n'a aucun rapport avec les tubercules; l'externe est plus épaisse et plus résistante; et, tant que l'œuf est dans l'ovaire, elle ne présente presque jamais de trace de ces derniers; mais lorsque l'œuf vient à être rejeté de l'ovaire dans l'eau, que cette sortie soit naturelle ou produite artificiellement, son volume augmente un peu, et les tubercules

(1) M. de Quatrefages a observé un fait analogue dans certains œufs de Mollusques; ces œufs étaient stériles.

apparaissent, et prennent tout leur développement dans un temps très court (1). Ce sont là, sans nul doute, des effets d'endosmose.

§ 2. Organes mâles. — Zoospermes.

J'ai été assez heureux pour rencontrer deux fois les animalcules spermatiques des Tardigrades; jusque-là, l'interprétation que je me propose de donner des organes qui représentent chez ces animaux l'élément mâle, ne pouvait être qu'hypothétique.

Ces organes consistent : 1° dans une grande vésicule située en arrière et au-dessus de l'ovaire (*v s*, Pl. 13, 14 et 15, fig. 1; Pl. 16, fig. 1 et 2); 2° dans deux organes allongés (*t*, Pl. 15, fig. 1; Pl. 16, fig. 1, 2 et 3) situés sur les côtés de l'ovaire et du canal intestinal; la vésicule est le réservoir de l'élément fécondateur, qui est probablement sécrété par les deux autres. Ces divers organes, les seconds surtout, sont d'une transparence, d'une limpidité tout-à-fait comparables à celles des deux systèmes musculaire et nerveux; et comme elles sont très peu développées, et peut-être même tout-à-fait rudimentaires hors l'époque où la ponte des œufs est près de s'effectuer; comme en outre la partie du corps où elles sont situées est celle qui est la plus obstruée par les globules du sang, et celle qu'on en peut le plus difficilement débarrasser, il n'est pas de parties d'une observation plus incertaine et plus difficile. (2)

(1) J'ai rencontré quelques *Macrobiotus Hufelandii*, dans l'ovaire desquels les œufs portaient déjà des apparences de tubercules; mais ils m'ont toujours paru morts. C'est d'après un pareil individu qu'ont été dessinés ceux de la figure 1, planche 14.

(2) J'ai cru devoir dire ceci, surtout pour ceux qui voudront vérifier les résultats que j'annonce dans le cours de ce Mémoire. Il s'en trouvera qui ne verront pas comme j'ai vu; d'autres qui ne verront pas du tout tel ou tel résultat, dont je suis parfaitement certain. Je n'ai certes pas la prétention d'avoir tout découvert, ni surtout d'avoir tout interprété, de manière à ce qu'il n'y ait plus à y revenir. Loin de là, je suis tellement convaincu qu'il reste encore beaucoup à étudier dans les Tardigrades, que je reprendrais volontiers ce travail pour le compléter dans quelques parties; mais, tel qu'il est, c'est le résultat d'une étude non interrompue depuis le mois de novembre 1838 jusqu'au mois d'octobre 1840; et l'on comprend qu'il m'est passé sous les yeux, pendant ces deux années, bien des milliers de Tardigrades. Or, il est tel fait que je n'ai rencontré que deux fois et dans les derniers jours seulement (les animalcules spermatiques). Il est des apparences qui, d'ordinaire très incertaines, se sont montrées trois ou quatre fois avec une netteté telle, que le dessinateur le plus ordinaire aurait

La vésicule et les tubes sécréteurs s'abouchent dans le cloaque (c l.) en arrière de l'ovaire.

La première fois que je rencontrai les zoospermes, ils étaient contenus dans la vésicule séminale, où ils s'agitaient d'un mouvement très vif; lorsque je voulus les en faire sortir, la compression se trouva contrariée par un accident, et le *Macrobotus* fut écrasé sans que je pusse retrouver ses zoospermes. Mais j'en rencontrai bientôt un autre dans la vésicule duquel se trouvaient des corps arrondis assez gros, dépourvus de tout mouvement. Pensant que ce pourraient être là les animalcules que je cherchais, je les expulsai dans l'eau ambiante, et mon attente ne fut pas trompée; car bientôt je vis s'y développer deux prolongemens filiformes, en deux points opposés, et ces prolongemens ne tardèrent pas, le postérieur surtout, à exécuter les mouvemens vibratoires qui caractérisent ce que l'on nomme la queue des zoospermes.

Il en est des zoospermes des Tardigrades comme des globules de leur sang; ils sont, comparativement à la taille des animaux qui les contiennent d'une grandeur excessive; car ils égalent ceux des animaux supérieurs. On pourra s'en faire une idée d'après la figure citée, qui les représente grossis seulement 600 fois.

Lorsqu'ils viennent à être placés dans l'eau, ils offrent un aspect granulé qui va disparaissant jusqu'à ce qu'ils aient acquis une limpidité complète. Quant à la tache centrale que j'ai représentée dans quelques-uns, elle paraît n'être autre chose qu'un effet optique. Le développement par l'action de l'eau, de prolongemens exécutant des mouvemens vibratiles, est tout-à-

pu en saisir et en représenter tous les détails. Ne doit-il pas m'être permis, après cela, de demander que l'on se défie des résultats négatifs.

J'ai pour moi un témoignage auquel j'attache un grand prix: car, sous aucun rapport, il ne peut être suspect pour personne; c'est celui de M. Dujardin, auquel j'ai été assez heureux pour pouvoir montrer les animalcules gronillant dans la vésicule séminale; et, dans une autre circonstance, les principales particularités du système nerveux. M. de Quatrefages, que je connaissais à peine à cette époque, dessina lui-même une partie des zoospermes représentées dans la planche 16. Quant à la commission de l'Académie des Sciences, composée de MM. Serres, Dutrochet, Audouin et Milne Edwards, si je ne la cite pas, c'est qu'on pourra la trouver tout au long dans le rapport circonstancié dont j'espère qu'elle sera l'objet.

fait analogue à ce que M. Dujardin a découvert dans les zoospermes des Poissons; le prolongement antérieur est toujours beaucoup plus court que le postérieur. Après quelque temps de séjour dans l'eau, les mouvemens cessent pour ne plus recommencer.

§ 3. Conduit excréteur.

Le conduit excréteur des produits de la génération sert en même temps à expulser de la cavité stomaco-intestinale les résidus de la digestion. Il se compose : 1° d'un cloaque musculaire (cL, Pl. 16, fig. 1, 2 et 3) très dilatable, et offrant en arrière, sur les côtés et à la face inférieure, six renflemens, dont deux surtout (r. L.) paraissent dignes d'attention; 2° d'un canal étroit très court, c; 3° d'un bulbe postérieur qui semble de nature musculuse, et que l'on pourrait comparer à un sphincter de l'anus.

Ces diverses parties sont dilatables au plus haut point, puisqu'elles laissent passer presque sans les altérer dans leurs formes des fèces qui remplissent presque la moitié de la cavité digestive, et des œufs qui ont en diamètre le cinquième ou le sixième de la longueur totale de l'animal.

L'anus n'est point terminal, comme l'a dit M. Schultze: c'est une sorte de fente longitudinale située en dessous, recouverte à moitié par le repli transversal que forme la peau en arrière du deuxième segment du dernier anneau, ce qui lui forme en réalité trois lèvres, dont deux longitudinales, recouvertes par la troisième. Cette disposition s'observe bien surtout chez le *Macrobiotus Oberhaeuser* (Pl. 14, fig. 13).

§ 4. Formation et développement des œufs.

Lorsque le jeune Tardigrade sort de l'œuf, son ovaire est encore complètement invisible, soit que son excessive transparence le rende insaisissable, soit, ce qui me semble plus probable, qu'il n'existe pas encore, ou qu'il n'existe du moins qu'à un état trop rudimentaire.

Mais on peut, à un âge très rapproché de l'âge adulte, rencontrer des individus chez lesquels commence ou va commencer le développement des œufs. On voit alors, dans l'intérieur de

l'ovaire, des globules simples, de grandeurs très différentes, depuis le globule le plus petit que l'œil puisse saisir lorsqu'il est armé du meilleur microscope, jusqu'à un diamètre compris d'un centième de millimètre.

Je n'ai jamais vu, dans l'ovaire, de globules simples ayant un diamètre supérieur à celui que je viens d'indiquer; mais on y reconnaît des corps pareils à ceux que l'on voit représentés Pl. 16, fig. 6. Au centre, se voit une tache représentant la vésicule proligère dans tout son développement, entourée d'une enveloppe de globules très mince, et ne formant quelquefois même qu'une couche simple dans son épaisseur. Les dimensions de la vésicule centrale sont dès maintenant ce qu'ils demeureront pendant tout le reste du développement de l'œuf.

La vésicule proligère pourrait-elle donc être considérée comme la vésicule primitive, laquelle, arrivée à un certain degré de développement, s'arrêterait pour quelque temps, sécréterait d'abord elle-même les globules vitellins, soit dans l'épaisseur de son enveloppe, soit entre deux membranes formées par le dédoublement de cette enveloppe, pour ne reprendre un développement nouveau, et aux dépens de ce même vitellus, qu'après la fécondation? C'est là une question dont la solution intéresserait à un haut point la science de l'embryogénie; mais il m'a été impossible de l'étudier d'une manière un peu complète.

Lorsque l'œuf sort de l'ovaire, il est fécond. J'ai essayé d'en suivre, à cette époque, les divers développemens; mais les œufs des espèces que j'ai rencontrées se prêtent mal à ce genre d'observations; car ceux dont la surface externe est lisse (*Emydium*, *Milnesium*), et par conséquent favorable à la pénétration par le microscope, ont leur vitellus fortement coloré et tout-à-fait opaque, tandis que les autres (*Macrobolus Hufelandii*, *Oberhaeuser*) ont leur enveloppe externe couverte de tubercules qui la rendent plus défavorable encore à l'observation par les réfractions qu'ils y produisent.

J'ai pourtant cru reconnaître,

1° Que dès le cinquième ou le sixième jour, la masse entière du vitellus, sans avoir subi aucun changement apparent dans sa constitution, ni dans celle de ses globules, a déjà pris la

forme d'un croissant (Pl. 12, fig. 8), à la partie convexe duquel on reconnaît distinctement la segmentation de l'animal futur, de telle sorte que le Tardigrade à l'état d'embryon ne commencerait pas par une membrane blastodermique très petite et très mince pour s'accroître par nutrition aux dépens du vitellus, mais se formerait en quelque sorte *tout d'une pièce*, et ne serait qu'une transformation immédiate, qu'un arrangement du vitellus lui-même.

2°. Qu'au quinzième ou au vingtième jour, on distingue très bien l'appareil buccal exécutant déjà des mouvements. L'animal se meut lentement, en tournant sur lui-même; mais je n'ai pu y saisir aucun mouvement vibratile, peut-être par l'absence de corpuscules étrangers dans l'intervalle qui sépare l'animal de l'enveloppe.

3°. Que l'éclosion a lieu du vingt-cinquième au quarantième jour, dans les circonstances ordinaires; mais elle peut être singulièrement retardée par les vicissitudes d'humidité et de sécheresse que l'œuf peut éprouver, car il partage avec l'animal lui-même le privilège de pouvoir être complètement desséché sans perdre la faculté de reprendre ses fonctions vitales.

Au moment où les jeunes Tardigrades sortent de l'œuf, ils sont en général longs de neuf à douze centièmes de millimètre, c'est-à-dire du tiers ou du quart environ de la taille qu'ils auront à l'époque de leur plus complet développement. Les jeunes des genres *Milnesium* et *Macrobiotus* sont complets; ceux du genre *Emydium*, au contraire, manquent d'une partie de leurs appendices, qu'ils n'acquerront qu'un peu plus tard.

Je n'ai point suivi les Tardigrades depuis leur naissance jusqu'à leur mort, pour constater le nombre de leurs mues; M. Schultz assure qu'il n'y en a que deux chez le *Macrobiotus Hufelandii*.

EXPLICATION DES FIGURES. Planche 12. Genre EMYDIUM.

- Fig. 1. Croquis d'*Emydium testudo*, grimpant sur un grain de sable, grossi 100 fois.
Fig. 2. Le même, vu par transparence. La grande tache noire est l'estomac; — *o*, les points oculaires, entre lesquels se voient les stylets, qui sont droits. Grossi 240 fois.
Fig. 3. Le même, vu en dessus, à l'aide de la lumière réfléchie, pour l'étude de la segmentation extérieure.— 1, 2, 3, 4. Premier, deuxième, troisième et quatrième anneaux du corps.
Fig. 4. L'un des stylets.
Fig. 5. L'un des ongles.
Fig. 6. L'œuf au moment où il vient d'être pondu.
Fig. 7 et 8. Le même, au cinquième jour, vu de face et de côté.
Fig. 9 et 10. Esquisse d'*Emydium spinulosum*, vu de côté.
Fig. 11. Granulation de l'épiderme d'*Emydium granulosum*.
Fig. 12. L'un des deux ongles médians des pattes postérieures chez ces deux dernières espèces.

Planche 13. Genre MILNESIUM.

- Fig. 1 et 4. *Milnesium tardigradum*, vu en dessus par transparence, et grossi 240 fois. — *p*. Palpes extérieurs, portés sur la ventouse. — *gl. b*. Glandes buccales. — *p. ph*. Palpes de l'anneau pharyngien. — *g. c*. Ganglion céphalique latéral. — *gl. s*. Glandes salivaires. — *o*. Points oculaires. — *b*. Bulbe pharyngien. — *œ*. Oesophage. — *s. i*. Estomac ou sac stomaco-intestinal, coloré par les surs alimentaires. — *ov*. Ovaire. — *v. s*. Vésicule séminale.
Fig. 2 et 3. Bouche et appareil perforant, vues de face et de côté. — *l*. Lobes ou palpes buccaux internes. — *ph*. Pharynx. — *st*. Stylets. — *r*. Rayons ou supports.
Fig. 5. Patte postérieure droite, vue en dessous. — *a. a*. Les deux longs ongles terminaux; appelés *filamens* par Spallanzani. La patte tout entière est ce que M. Dutrochet appelle *appendices bifurqués*.
Fig. 6. Différence de l'estomac de *Macrobiotus Hufelandii* par l'effet seul de la compression. C'est un fait dont je n'ai été témoin qu'une fois. Chacun des lobes se détache et s'isole sous forme de globules, au milieu du liquide, avec les granules colorés qu'il renferme. Aucun de ces lobes ne m'a présenté de cils vibratiles.

Planche 14. Genre MACROBIOTUS.

- Fig. 1. *Macrobiotus Hufelandii*, vu en dessus, par transparence, et grossi 240 fois. Les lettres indiquent les mêmes parties que dans la figure 1 de la planche précédente. Les ongles de cette espèce sont au nombre de deux bifides. Les deux pointes de chacun sont libres jusqu'à la base de l'angle lui-même; mais je n'ai pu m'assurer si elles jouissaient ou non d'une mobilité distincte. La pointe interne est elle-même très certainement bifide à son extrémité; mais la rainure de séparation est comme un trait de scie excessivement mince, et je n'ai pas cru devoir le représenter.
Les glandes salivaires offrent plusieurs rapports, dans leur structure, avec les animaux infusoires. Indépendamment des globules à auréoles, représentés dans la figure 1, Pl. 15, j'y ai vu quelquefois de véritables vacuoles passagères, de formes variables: c'est une de ces vacuoles très irrégulière, probablement à cause de la compression exercée par les parties voisines, que l'on voit au milieu de celle du côté droit dans cette figure (*va*). Cette apparence n'est-elle qu'une cavité adventive, comme celles des infusoires, d'après M. Dujardin, ou bien est-ce la cavité interne naturelle de la glande? Je serais très porté à adopter cette dernière opinion, mais sans avoir observé aucun fait précis, qui en soit une preuve.
Fig. 2. Appareil de préhension des alimens, vu en dessus, par transparence.
Fig. 3. Le même appareil, tel que je le conçois, supposé vu en dessous, par réflexion. Voyez § 7, pages 318 et suiv.
Fig. 4. L'une des trois apophyses de la base du tube pharyngien.
Fig. 5 et 5'. Pièces articulées formant l'une des six séries de la charpente du bulbe œsophagien, qui constitue l'appareil de succion. Ces pièces sont quelquefois au nombre de trois, mais le plus souvent au nombre de quatre.
Fig. 6 et 7. L'un des stylets. — *l*. La *lama*, formée de carbonate de chaux. — *ba*. Le manche ou la base, de substance organique, se terminant par deux prolongemens ou lobes, entre lesquels est un espace pour l'articulation du rayon-support, qui sert à diriger les mouvemens et à les rendre précis.

Fig. 8. L'œuf, vu par transparence vers le vingtième jour depuis la ponte. Le petit Macrobiotus s'y voit très distinctement avec son appareil buccal complet.

Fig. 9. Le même œuf au moment où il vient d'être pondu. On l'a forcé de crever sous le compresseur. — *a* est la coque ou enveloppe externe solide. — *b*. L'enveloppe interne, peut-être l'enveloppe du vitellus. Ces deux figures d'œufs sont grossies, comme la figure précédente, 240 fois.

Fig. 10. Un *Macrobiotus Hufelandii*, dépourvu d'appareil buccal. L'œsophage se continue immédiatement avec la bouche, qui est elle-même dépourvue de ventouses. Les deux petits palpes *a* existent toujours, dans ce cas, des deux côtés de l'ouverture buccale.

Fig. 11. *MACROBIOTUS OBERHAUSERI*, vu de la même manière que les autres figures, et grossi le même nombre de fois.

Fig. 12. Représentation des lignes et des points transparents de l'enveloppe dermoïde, dans le lobe dorsal du deuxième segment du deuxième anneau du tronc. Ces lignes sont plus visibles dans cette espèce que dans aucune des autres. Les compartimens qui, dans cette figure, n'ont pas de points blancs à leur centre n'en manquent pas toujours; peut-être ces points sont-ils susceptibles de paraître et de disparaître à la manière des vacuoles des infusoires. Un des compartimens latéraux de droite offre deux taches transparentes. Ce cas est très rare; peut-être même n'est-ce que l'effet d'une illusion d'optique.

Fig. 13. Partie postérieure du corps de la même espèce, vue de côté et en dessous, pour montrer la fente anale *a*, avec les deux lèvres latérales et la lèvre antérieure *b*, qui la recouvre dans la moitié de la longueur. On y voit en même temps les deux pattes postérieures et les trois ongles qui les terminent.

Fig. 14. L'une des pattes latérales; vu en dessous, pour montrer les rapports de position, de forme et de grandeur des trois ongles. Ici, comme pour le *Macrobiotus Hufelandii*, je n'ai pu déterminer d'une manière définitive, si les deux pointes de l'ongle double étaient distinctes, soudées l'une à l'autre.

Fig. 15. Oeufs du *M. Oberhaeuseri*. Les tubercules arrondis de l'enveloppe externe ont été présentés avec une disposition beaucoup trop irrégulière.

Planche 15.

Fig. 1. Système digestif de *Milnesium tardigradum*. — *b*. La bouche avec les palpes internes, non apparents. — *m*. Les muscles antérieurs et *m'* les muscles postérieurs fixés au bulbe œsophagien et produisant les mouvemens d'ensemble de l'appareil pharyngien. — *gl. s.* Glandes salivaires; celle de gauche, vue sous le compresseur; celle de droite flottant librement. — Dans la glande du côté gauche, *c*. corpuscules fortement colorés, presque toujours au nombre de quatre. — *s. i.* Sac digestif, avec ses lobes extérieurs et sa cavité interne. — *t. t.* Les organes sécréteurs du li- quido fécondant. — *ov.* L'ovaire, rejeté sur le côté. — *v. s.* Vésicule séminale; dans laquelle j'ai rencontré des zoospermes qui m'ont paru exister aussi dans la partie postérieure des testicules *t. t.*

Fig. 2. Sac digestif d'*Emydium testudo* à l'âge adulte: il est beaucoup plus floconneux et plus renflé que celui des *Macrobiotus* et des *Emydium*. — *a, a, a, a, a*. Etranglemens produits par les muscles sterno-dorsaux (Pl. 18).

Fig. 3. Le même organe dans un individu très jeune: les corpuscules discoïdaux ont la même grandeur que dans le précédent.

Fig. 4. Portion de la masse noire sortie du sac digestif d'*Emydium testudo* par l'action du compresseur. — *a a*. Corpuscules stomacaux avec leurs auréoles, ce qui me porterait à croire que ces auréoles sont produites par l'existence d'un organe servant d'enveloppe au corpuscule, c'est que, sur les bords, on voit toujours des renflemens qui leur correspondent. — *b, b, b*. Globules huileux rouges.

Fig. 5. Représentation d'une gouttelette du liquide sanguin. *a a*. Les globules composés. — *b b*. Les globules simples.

Fig. 6. Un des corpuscules stomacaux avec son auréole, plus grossi que dans la figure 4.

Planche 16. ORGANES DE LA GÉNÉRATION.

Fig. 1. Partie postérieure du corps du *Macrobiotus Hufelandii*, vu de côté. La partie antérieure du cloaque *cl.* a été représentée trop courte et très indistincte.

Fig. 2, et 3. Les mêmes organes dans *Milnesium tardigradum*, vus de côté et en dessous.

Dans ces trois figures, *i.* indique l'intestin; *cl.* le cloaque, ou, pour être plus exact, sa partie antérieure ou intestinale; *rl.* certains renflemens latéraux; *c.* le canal étroit qui le termine; *an.* l'anus; *ov.* l'ovaire; *li.* les ligamens antérieurs de l'ovaire; *t.* les testicules; *v. s.* la vésicule séminale ou fécondatrice.

Fig. 4. Portion antérieure de l'ovaire d'un très jeune *Milnesium*.

Fig. 5. Les zoospermes de *Macrobotus Hufelandii*, grossis 600 fois.—*a*. Zoospermes développés et s'agitant dans l'eau. — *b*. Zoosporme conservant encore son apparence granuleuse. — *c*. Zoosporme ayant déjà perdu cette apparence, mais ne présentant pas encore d'appendice antérieur.

Fig. 6. OEufs dans les commencemens de leur développement.

Planche 17. SYSTÈME MUSCULAIRE ET NERVEUX.

Fig. 1. Système nerveux et portion inférieure du système musculaire d'un *Milnesium tardigradum*. Voir les chapitres relatifs à ces deux sujets.

Fig. 2 et 3. Renflemens accidentels des muscles.

Fig. 4. Mode de terminaison des nerfs.

Fig. 5. Un ganglion de la chaîne sous-intestinale dans un *Milnesium*, après plusieurs jours d'engourdissement, destiné à faire voir la masse globulaire centrale, et les espaces clairs et transparents dont cette masse est entourée.

Planche 18. SUITE DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

Fig. 1. Le système musculaire du *Milnesium*, vu de côté. L'animal est supposé partagé en deux, suivant son plan médian, et la moitié gauche, vue par le côté interne. — *Cx* et *Dv*, *Dv'*. Muscles sterno-dorsaux du premier anneau. *Cv*, *Cv'*. Muscle supplémentaire. *Mq*, *Mq'* et *O'μ*, *Ov*. Muscles sterno-dorsaux du quatrième.

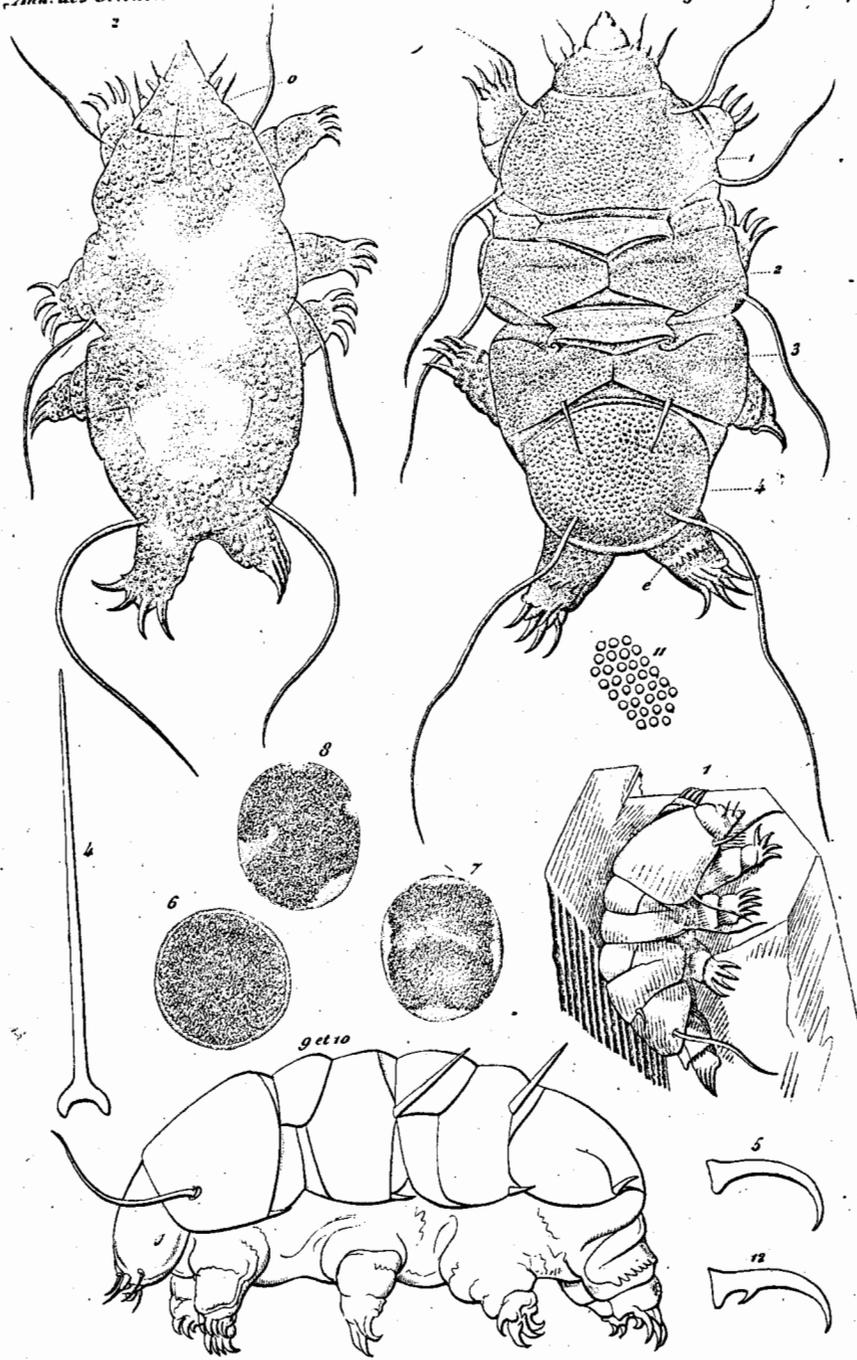
Fig. 2. Coupe idéale, destinée à faire voir la position différente des différens muscles. — *A*. Ligne sternale.—*A'* Axe de la série ventrale.—*AB* et *A'B*. Muscles de communication des deux séries ventrale et latérale (tels que *Ig* et *Hg*, Pl. 17 et 18, fig. 1).—*AC*. Muscles sterno-dorsaux des trois premiers anneaux du tronc et du segment antérieur du quatrième. — *AD* et *AE*, les mêmes muscles dans le deuxième segment du quatrième anneau (*Oμ* et *Ov*, Pl. 18, fig. 1). — *Ce*, *ed*, *fg*, Muscles supérieurs des membres. — *Al*, *Ab*, *bc*. Muscles inférieurs.

Fig. 3. L'une des pattes latérales du *Milnesium Tardigradum*, pour faire voir l'organe globuleux *g*, qui sert probablement de support aux ongles, en leur laissant leur mobilité. — *m*, *m*. Muscles.

Planche 19. SÉRIES DORSALE ET LATÉRALE DU SYSTÈME MUSCULAIRE.

Voir, page 78, l'explication de cette figure. Les signes (?) et (??) désignent les organes dont il a été question à propos du système circulatoire (pages 53 et 54). Les lettres grecques indiquent les muscles de la série dorsale, à l'exception de *v* et de *π*; les lettres italiennes ceux de la série latérale.

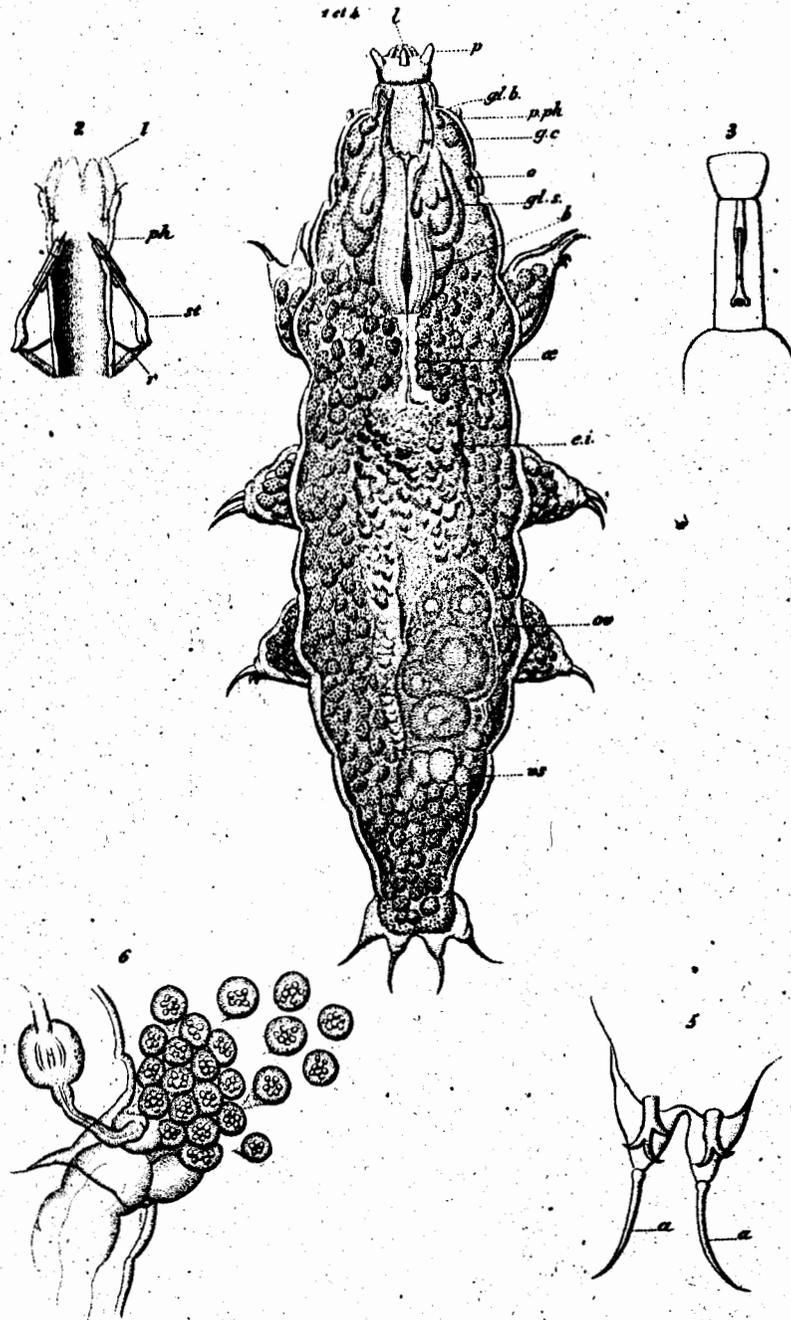
Je me suis appliqué à faire se correspondre les lettres dans les trois grandes figures du système musculaire.



Gravé & pierre par E. de Laplace

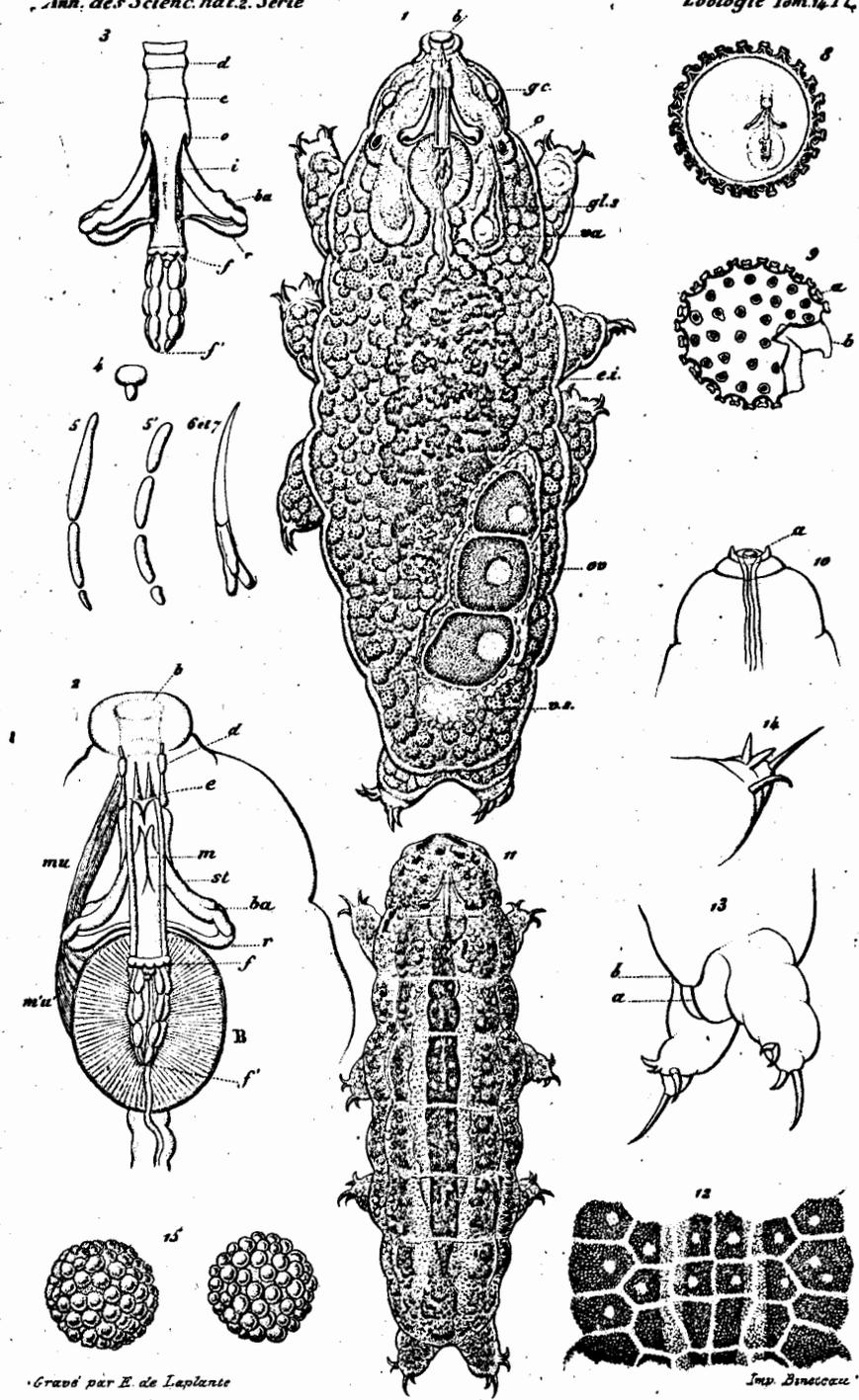
Emydies.

Imp. Binetou



Gravé par B. de Laponne

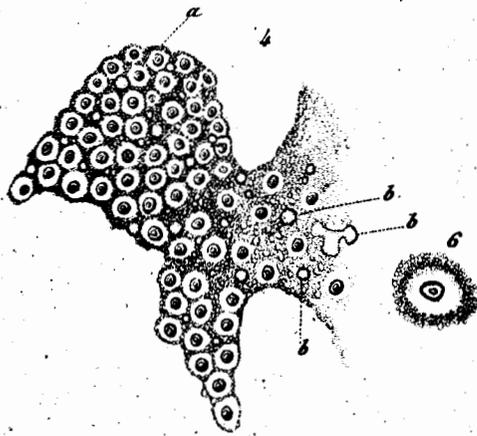
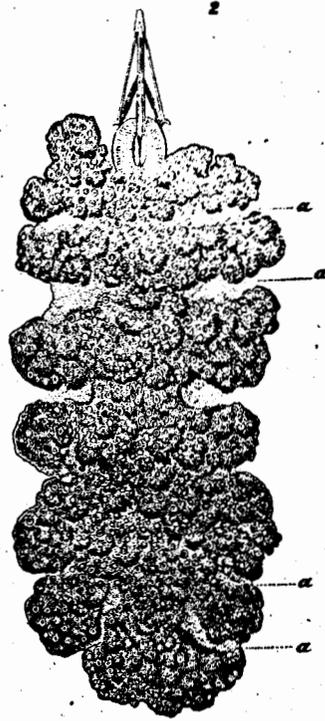
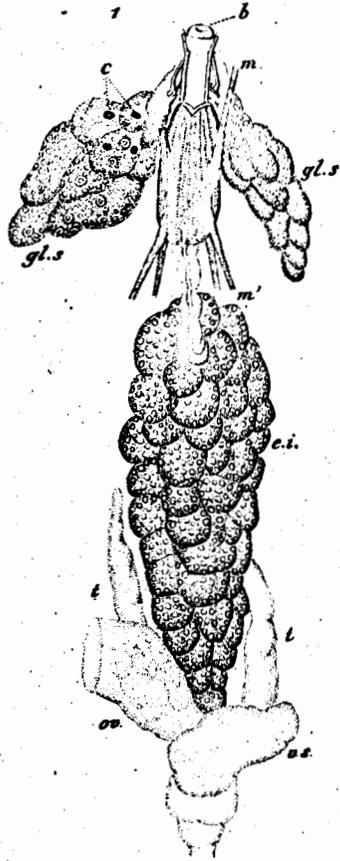
Milnesia Tardigrada



Gravé par E. de Lapaige

Macrobiotus

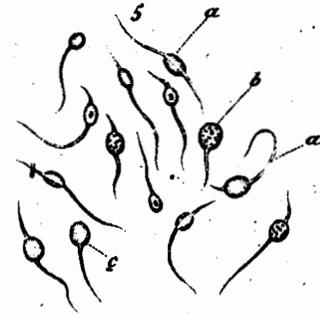
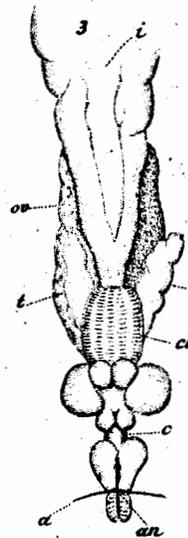
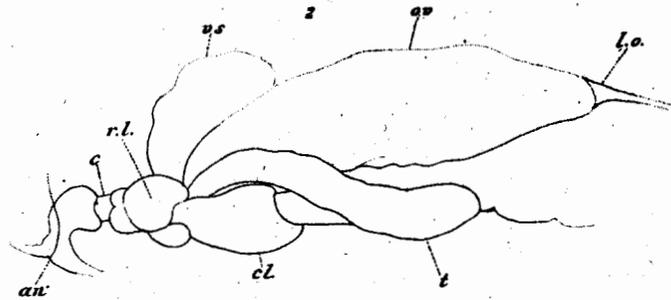
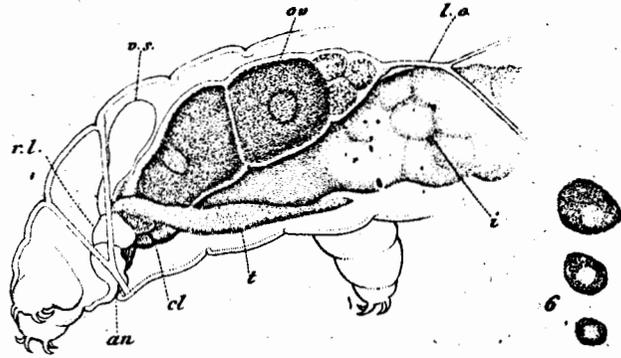
Imp. Binocaux



Gravé par de Laplanche

Système digestif

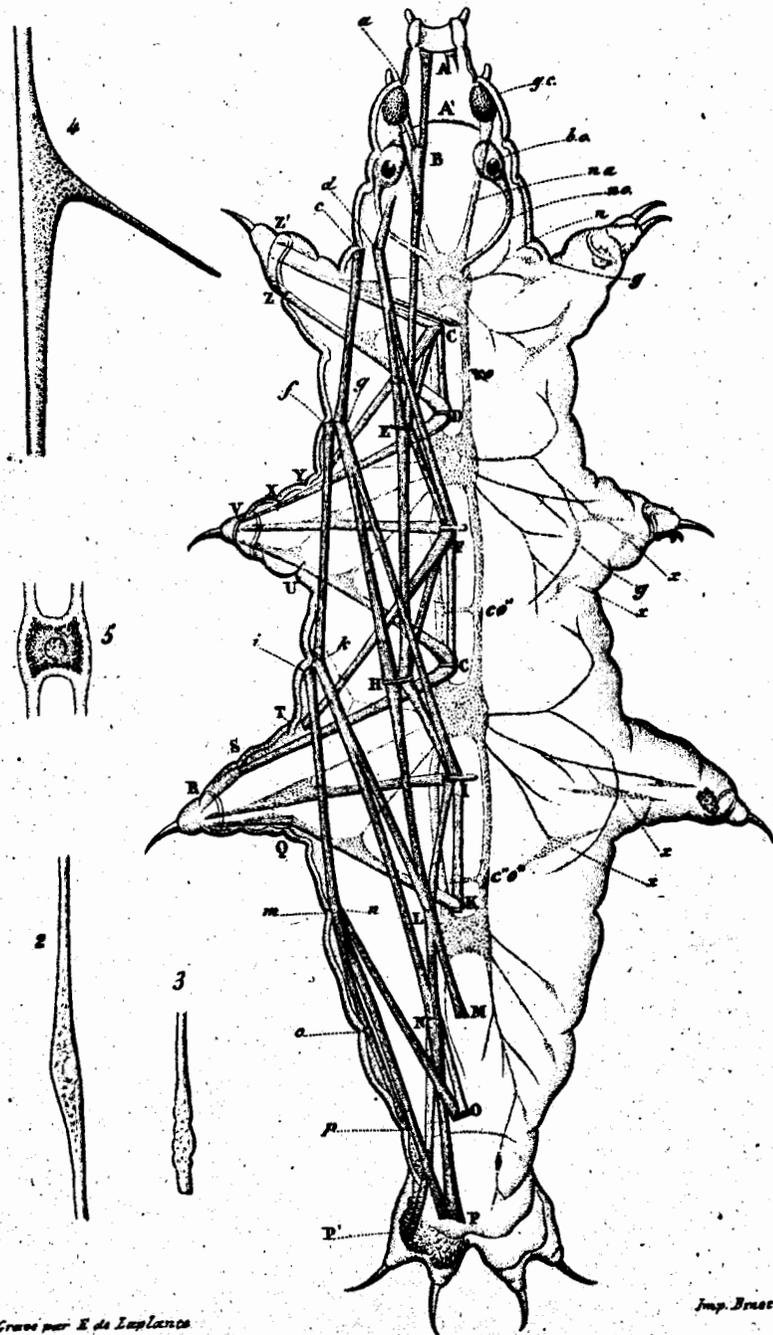
Imp. F. P. P. P. P.



Gravés par E. de Laponne

Organea de la génération.

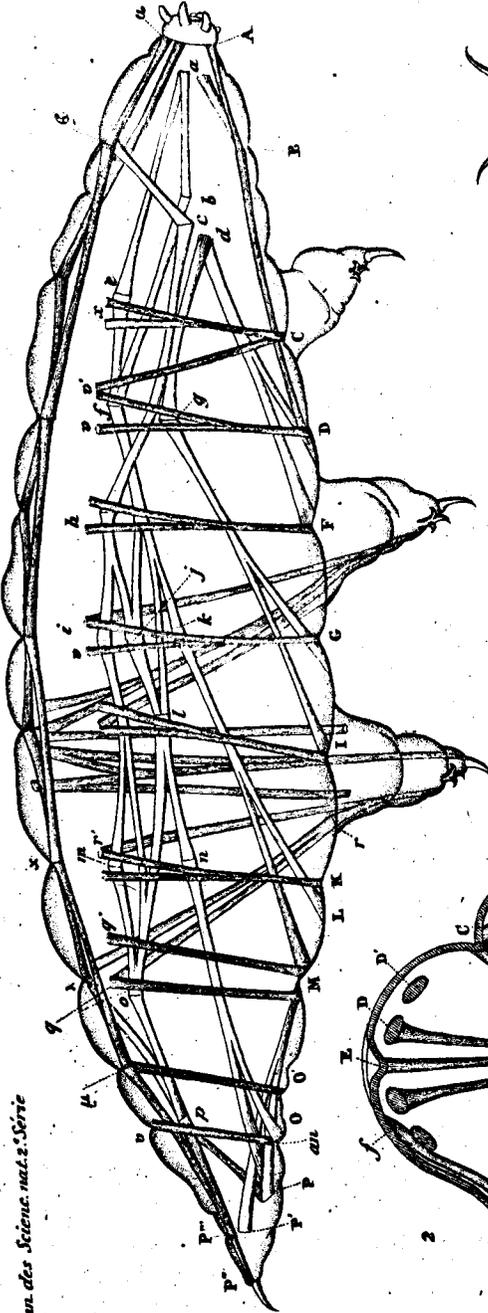
Imp. Struetsou 1



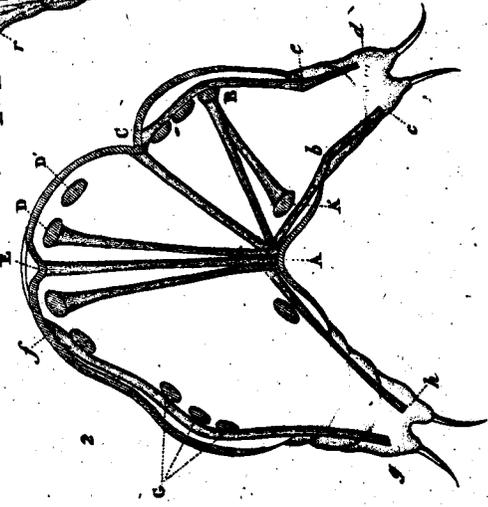
Gravé par E. de Laplanche

Jap. Brasseur

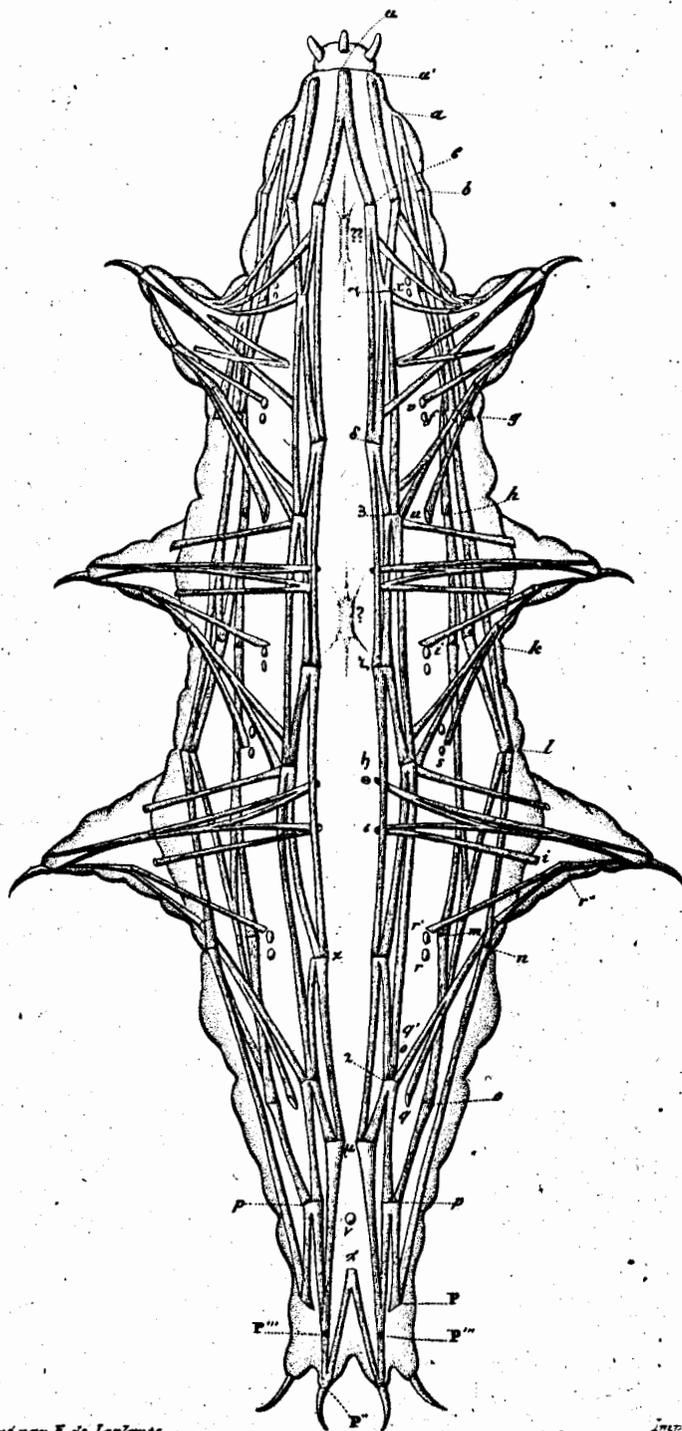
Spelasma entodermis et veruans



Imp. Bouchard



Système musculaire.



Gravé par H. de Laporte

Système musculaire.

Imp. Bachelier

MÉMOIRE

SUR LES TARDIGRADES.

DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE 1^{er}.

RAPPORTS ZOOLOGIQUES DES TARDIGRADES.

L'anatomie des Tardigrades, telle que je l'ai exposée dans le chapitre précédent, m'avait paru susceptible d'être conciliée avec la réunion proposée par M. Dujardin, entre ces animaux et les Rotateurs, et avec l'établissement de la classe des SYSTOLIDES. Depuis l'époque où j'annonçai ce résultat (1), j'ai étudié avec assez de soin quelques genres de Rotateurs, et cette nouvelle étude a modifié notablement les idées que je m'étais faites sur plusieurs points importants, sans avoir pourtant complètement infirmé celle dont il s'agit. Je crois donc devoir exposer avec détails les élémens principaux dont cette opinion s'est formée. La discussion qui va suivre ne saurait avoir pour résultat de fixer ce point de la science; mais peut-être aura-t-elle un autre genre d'utilité, en établissant nettement l'état de la question, et en provoquant à de nouvelles recherches.

Voici sur quelles considérations s'appuyait M. Dujardin, lorsqu'il proposait de réunir en une seule classe les Rotateurs et les Tardigrades. (2)

1° « Les uns et les autres ont la faculté de pouvoir se contracter brusquement et à plusieurs reprises; de manière à faire

(1) Annales des Sciences naturelles, 2^e série. T. xiv, 1840, p. 277, et première partie de ce Mémoire, pages 15 et 16.

(2) Ann. des Sc. nat., 2^e série. T. x, 1838, p. 186.

« rentrer sous l'enveloppe moyenne du corps les extrémités, ou
« au moins l'extrémité antérieure.

2° « Ils ont toujours une enveloppe résistante, souvent même
« cornée, et ne se décomposant point par diffluence comme les
« Infusoires.

3° « Ils ont un canal digestif simple, droit ou presque droit,
« ce qu'on ne voit pas non plus chez les Infusoires.

4° « Ils ont un appareil mandibulaire mu par des muscles spé-
« ciaux, et composé de pièces articulées cornées, analogues à
« celles de l'armure œsophagienne des Annelides, et aux cro-
« chets de certains Helminthes, et nullement comparables aux
« baguettes cornées rangées en manière de nasse autour de la
« bouche de certains Infusoires.

5° « Enfin, ils se multiplient exclusivement par des œufs peu
« nombreux, et proportionnellement très volumineux, et jamais
« par division spontanée ou par gemmes comme les Infusoires
« et les Polypes. »

M. Dujardin fait voir ensuite que l'on ne doit attacher qu'une importance très secondaire aux organes de locomotion, à ces appendices si singuliers, qu'une mauvaise interprétation des apparences optiques qu'ils produisent a fait appeler du nom de *roues*. Parmi les Rotateurs en effet, un grand nombre ne les possèdent pas; et les *Floscularia*, les *Stephanoceros*, les *Chaetonotus*, ne diffèrent pas beaucoup moins des Rotateurs proprement dits, quant à leurs appareils de locomotion, que les Tardigrades eux-mêmes. Mais toutes ces considérations prouvent plutôt, il faut bien le reconnaître, la nécessité de ne pas laisser ces divers animaux parmi les Infusoires, et le danger qu'il peut y avoir à conclure, de leur organisation, l'organisation de ceux-ci, que la légitimité d'un rapprochement tendant à en faire l'une des *familles naturelles du règne animal*. A cela s'opposent ou paraissent s'opposer des disparates incontestables, et portant sur quelques-uns des systèmes auxquels la plupart des zoologistes systématiques accordent le plus d'importance. Il faut donc que l'étude complète que nous venons de faire de celui des deux groupes à réunir que l'on connaissait le moins, nous fournisse des arguments nouveaux. Or, ce que je dois dire

dès maintenant, c'est que cette étude, en même temps qu'elle nous montre des rapprochemens certains, fondés sur des analogies manifestes, sur des ressemblances qui vont jusqu'à l'identité, nous présente des dissemblances peut-être encore plus considérables. Commençons par les analogies.

En comparant les Tardigrades à l'ensemble tout entier des Rotateurs, quant à la construction de la bouche et de l'appareil pharyngien, ainsi que l'a fait M. Dujardin, nous n'y trouverions, comme lui, que des rapports de composition générale, ou tout au plus, et seulement dans certains cas, des rapports analogiques tels que ceux que tout le monde reconuait maintenant entre la bouche des Insectes ou des Crustacés broyeur, et celle des Insectes ou des Crustacés suceurs. Mais il est quelques types où les rapports sont certainement beaucoup plus étroits, et qui semblent faits pour opérer, du moins quant au point de vue dont il s'agit, le rapprochement entre ces deux formes animales en apparence si différentes: ce sont les deux genres *Rattule* (1) et *Plagiognathe* (2), ce dernier surtout. Si nous en jugeons, en effet, par les descriptions et les figures qu'en a données M. Dujardin, leur appareil mandibulaire se compose: 1° d'une tige médiane droite, regardée par cet observateur comme un simple support (*fulcrum*), ces noms et cette détermination sont également appliqués par lui à la tige médiane des Tardigrades, tige que j'ai fait voir être un tube à travers lequel se fait l'exhaustion des alimens liquides; 2° de branches latérales ayant la même disposition, et les mêmes connexions avec la tige médiane, que les branches latérales ou stylets de l'appareil pharyngien des Tardigrades. M. Dujardin a même figuré, dans le *Plagiognatha hyptopus* (3), des apparences qui reproduisent rigoureusement les rayons transversaux, régulateurs et ressorts du mouvement des stylets, et le bulbe musculaire qui termine le tube pharyngien en arrière. En un mot l'appareil pharyngien tout entier, tel que l'a

(1) Dujardin, Hist. nat. des Infusoires, p. 639, pl. 21, fig. 3.

(2) *Id. ibid.* p. 651, pl. 18, fig. 3 et 6; pl. 21, fig. 8; pl. 22, fig. 3.

(3) *Ibid.* pl. 22, fig. 3.

dessiné cet habile et consciencieux observateur, est la reproduction exacte de celui d'un *Emydium* ou d'un *Macrobotus*.

J'insisterai beaucoup plus encore que ne l'a fait M. Dujardin, sur les considérations tirées de l'enveloppe générale : sa constitution, ses rapports avec le reste de l'organisation, le mode d'attache des muscles qui s'y insèrent me paraissent être rigoureusement les mêmes dans les Rotateurs et les Tardigrades. C'est toujours une sorte de vaste sac très lâche, se repliant en dedans de lui-même pour constituer le canal alimentaire et ses appendices, rempli par un liquide à granules simples ou composés, et tendu en quelque sorte sur ce liquide par la seule action des muscles. Elle est formée de deux couches dont la composition et les rapports sont absolument, dans les Rotateurs, ce que nous les avons vus être dans les Tardigrades. L'extérieure est épidermoïde et sujette à des mues. Elle porte des appendices filiformes chez *Notommata copeus* et chez les *Synchaeta*, comme chez les *Emydium* : de même aussi elle n'est en adhérence avec l'enveloppe interne qu'aux points d'insertion des muscles. L'enveloppe interne ou dermoïde est également d'apparence tomenteuse et granuleuse : elle est également fragile, également colorée dans certaines espèces, et par la présence d'une substance d'apparence huileuse sous forme de gouttelettes.

Enfin, chez les uns et chez les autres, c'est la couche épidermoïde seule qui est un obstacle à la *diffuence*.

Ce qu'a dit M. Dujardin touchant le tube intestinal est parfaitement exact. La composition et les formes générales en sont absolument les mêmes dans les deux groupes qui nous occupent.

L'argument tiré du mode de reproduction me paraît encore d'une importance réelle. Le rapport du diamètre des œufs avec la taille de l'animal est le même dans les deux groupes; il s'élève jusqu'à un cinquième ou un quart; et ce fait est tellement singulier, il s'éloigne tellement de ce qui a lieu chez tous les autres animaux, qu'il mériterait seul de fixer notre attention d'une manière toute particulière sur la comparaison qui nous occupe.

Ainsi, sur tous les points qu'avait indiqués M. Dujardin,

notre étude n'a fait que nous fournir des rapprochemens nouveaux et plus intimes à ajouter à ceux qu'il avait indiqués. Mais les analogies s'arrêtent là, et la suite ne va plus nous offrir que des différences. De ces différences, la plupart, il est vrai, pourraient se résumer en une seule, et deviendraient même des analogies de plus, grâce à une vue assez simple, malgré ce qu'elle offre de bizarre au premier coup-d'œil ; mais cette vue tout hypothétique manque, ainsi que nous le verrons plus tard, de l'un des élémens principaux qui pourraient lui donner toute son importance, et si je la mets en avant dès maintenant, ce n'est pas comme une explication destinée à faire disparaître les dissemblances auxquelles elle s'adresse, mais seulement comme une sorte de formule empirique qui rendra plus simple, en la résumant, toute la comparaison qui nous reste à faire.

Le résultat assurément le plus singulier de cette comparaison, et peut-être même devrais-je dire du travail tout entier dont elle n'est qu'une partie, c'est que, pour qu'il fût possible de reconnaître une affinité entre les Tardigrades et les Rotateurs, il faudrait, avant tout, se prêter à admettre que ce qui est la face dorsale des premiers peut être la face ventrale dans les seconds, et réciproquement ; ou, en d'autres termes, que les Rotateurs ne peuvent être comparés qu'à des Tardigrades marchant sur le dos. Si l'on repousse cette hypothèse, ou si les travaux dont ces animaux pourront être l'objet par la suite, viennent l'infirmier ; alors aucun autre rapprochement ne me paraît plus possible, que celui qui résulte des rapports particuliers précédemment indiqués, rapprochement insuffisant peut-être pour justifier l'établissement de la classe des Systolides. Avec elle, au contraire, de nouveaux rapports viennent confirmer les précédens, et éclairer l'un par l'autre, d'un côté l'organisation des Rotateurs telle que l'a annoncée et représentée le premier M. Ehrenberg, et d'un autre côté, l'organisation même des Tardigrades telle que je l'ai exposée dans le chapitre qui précède.

J'avais nommé face ventrale des Tardigrades celle qui est tournée vers le plan sur lequel ces animaux marchent ; longtemps avant que j'eusse pu confirmer cette détermination, en

montrant que là se trouvait un système nerveux d'Articulé. C'est à cette face qu'est situé l'anus, tandis que l'ovaire et les autres organes de la génération sont à la face dorsale. Chez les Rotateurs, la considération de l'attitude seule a pu servir à la détermination dont il s'agit; le système nerveux, ou du moins ce qui a été décrit comme tel, ne peut donner à cet égard aucune indication utile. Or, chez ces animaux, lorsqu'ils rampent sur un plan horizontal, en se servant à la manière des sangues de leur ventouse buccale, et de celle qui termine leur prolongement caudal, l'anus est à la face supérieure du corps, et les organes de la génération à la face opposée (1). Les rapports entre le système de la génération tout entier, le canal digestif, et la terminaison de celui-ci, sont rigoureusement les mêmes, abstraction faite de l'attitude; cette dernière considération n'y change rien d'ailleurs, elle change seulement les rapports des organes relativement au plan sur lequel l'animal se traîne.

On en peut dire tout autant de l'organe postérieur de locomotion tel qu'il existe chez ceux des Rotateurs qui peuvent ramper sur un plan, et dont M. Dujardin a formé son troisième ordre des Systolides (2). Si l'on suppose que les deux pattes postérieures d'un *Milnesium* ou d'un *Macrobiotus*, soient encore un peu plus rapprochées qu'elles ne le sont, de manière à se confondre, et qu'il n'y reste plus que deux ongles, on aura rigoureusement, quant aux formes et aux rapports, le prolongement caudal d'un Rotateur, moins sa ventouse. Les appareils buccaux et pharyngiens, comparés dans les deux groupes en général, présentent des différences qui correspondent à l'état solide ou liquide des aliments, et je suis tout-à-fait porté à regarder comme des différences du même ordre, la présence et le grand développement chez

(1) Rien de plus commun, au reste, que l'existence d'un anus dorsal, le système nerveux étant ventral, chez les Annelides errantes; et si j'ai cité cette particularité, c'est seulement parce qu'elle serait ici une conséquence du singulier renversement auquel j'ai eu recours pour essayer d'établir quelque analogie de plus entre les deux groupes d'êtres que je compare. D'un autre côté, nous sommes très loin de connaître au juste l'importance des connexions et leur valeur classique dans des animaux aussi inférieurs que ceux-ci et les groupes d'Annelides dont ils peuvent être rapprochés.

(2) Histoire naturelle des Infusoires, p. 606 et 651.

les Tardigrades des glandes salivaires ou venimeuses, et l'absence des corps que M. Ehrenberg a appelés *glandes pancréatiques*. La composition, les formes et les connexions du sac stomaco-intestinal, du bulbe cloacal, et du conduit qui le terminent, sont tellement les mêmes dans les Tardigrades et dans l'*Hydatina*, ainsi que dans plusieurs autres Rotateurs, à la différence près du renversement, que, isolées du reste, on n'y pourrait plus trouver aucune dissemblance; que quelques-unes des figures que j'en ai données pourraient sembler, jusqu'à un certain point, avoir été copiées de celles de M. Ehrenberg dans ses premiers *Mémoires*, et dans son grand ouvrage sur les Infusoires.

J'ai déjà indiqué les rapprochemens généraux que fournissent les connexions du système de la génération avec le canal digestif; la composition de ce système mérite également d'être citée; elle donnera lieu à de nouveaux rapprochemens.

Chez les Rotateurs comme chez les Tardigrades, l'ovaire est un grand sac unique, qui s'abouche dans la face du bulbe cloacal opposée à la face anale.

M. Ehrenberg a décrit, des deux côtés de l'ovaire, deux tubes qu'il regarde comme *testiculaires*, et en arrière une vésicule séminale; j'ai attribué la même signification à deux tubes et à une vésicule occupant la même position chez les *Milnesium* et les *Macrobotus*; mais ici se présente une difficulté sérieuse: les tubes testiculaires ou prétendus tels des Rotateurs me paraissent être de deux ordres bien différens: les uns sont simples et sans appendices, comme dans *Notommata tuba* (*Die Infusionsthierchen*, etc. (Ehrenb. Pl. XLIX, fig. 3), dans *N. granularis* (*ibid.* Pl. L, fig. 2), dans *N. brachionus* (*ibid.* fig. 3), dans *N. gibba* (Pl. LII, fig. IV), dans *N. ansata* (*ibid.* fig. v), dans *Synchaeta pectinata* et *S. oblonga* (Pl. LIII, fig. IV et VI), dans *Diglena grandis* (Pl. LIV, fig. v), et dans *Diglena forcipata* (Pl. LV, fig. I), dans *Eosphora najas* et *E. digitata* (Pl. LVI, fig. VII et VIII), dans *Euchlanis macrura* (Pl. LVIII, fig. I), et *Philodina erythrophthalma* (Pl. LXI, fig. IV), tandis que les deux organes, que l'illustre observateur a appelés du même nom, et désignés par la même lettre *t*, dans *Hydatina senta* (Pl. XLVI), dans *Notommata copeus* et *N. centrura* (Pl. LI), dans *N. collaris* (Pl. LII)

dans *Cycloglena lupus* (Pl. LVI, fig. x), dans *Euchlanis triquetra* (Pl. LXVII, fig. VIII), dans *Euchlanis dilatata* (Pl. LXVIII, fig. III), et dans beaucoup de Brachionés, portent ces singuliers petits organes pédiculés et vibrans qu'il regarde comme des branchies; encore l'absence de ces branchies dans les premiers ne serait-elle peut-être qu'un fait négatif de peu de valeur, car elles pourraient y exister et n'avoir point été aperçues, ou manquer sans que le rôle physiologique assigné à l'organe qui les supporte en fût moins légitime; mais M. Ehrenberg a représenté simultanément, dans *Notommata myrmeleo* et *Notommata syrinx* (Pl. XLIX), dans *Notommata clavulata* (Pl. L, fig. 5), et les testicules simples, et un canal garni de branchies vibrantes, qui se rend en arrière dans la même vésicule. Si ce dernier canal, comme le pense M. Ehrenberg, n'est plus un testicule, sur quoi nous appuyer pour reconnaître à ceux de l'*Hydatina senta* cette signification, et à la vésicule dans laquelle ils se terminent tous, le rôle de vésicule séminale?

J'ai vu et étudié moi-même ces canaux à appendices vibrans, et la vésicule dans laquelle ils se rendent chez quelques espèces, et, s'ils offrent, en effet, quelque analogie de formes et de connexions avec les testicules et la vésicule séminale des Tardigrades, les différences qui les en séparent ne sont pas moins importantes. Les testicules des Tardigrades sont libres antérieurement et ne s'avancent jamais au-delà de la moitié de la longueur du corps; les canaux branchifères s'avancent jusqu'aux deux côtés de la cavité buccale et paraissent même s'y attacher. La vésicule séminale des premiers ne laisse jamais voir aucune trace de contractions, même dans ceux dont les mouvemens sont les plus vifs. Au contraire, la vésicule des Rotateurs se dilate et se contracte plusieurs fois dans l'espace d'une minute, comme pour admettre et rejeter un liquide. Enfin, tandis que les testicules et la vésicule séminale des Tardigrades sont des organes transitoires que l'on rencontre seulement à l'époque où les œufs ont acquis dans l'ovaire un certain développement, les prétendus testicules branchifères et la vésicule contractile où ils se rendent, sont des organes permanens chez les espèces où on les rencontre. Or, je partage, sur ce point, la manière de voir de

M. Dujardin, et je ne sais comment il serait possible de concilier ces diverses particularités des canaux branchifères et de leur vésicule terminale, avec la fonction que M. Ehrenberg leur attribue.

Ces organes ne paraissent avoir aucun analogue dans les Tardigrades, mais d'un autre côté aussi, il est beaucoup de Rotateurs chez lesquels on ne les a pas encore signalés: et l'on ne pourra se prononcer sur leur importance avant qu'ils aient été l'objet de nouvelles recherches. Peut-être trouvera-t-on dans les espèces à canaux branchifères et à vésicule contractile permanens, des testicules et une vésicule séminale transitoires, comme chez les Tardigrades?

Si l'on en excepte les deux apparences que j'ai indiquées sur la ligne médiane dorsale, je n'ai rien trouvé chez les Tardigrades qui puisse être comparé à un système circulatoire. M. Ehrenberg, au contraire, décrit dans les Rotateurs un système qui consiste, chez l'*Hydatina senta*, dans huit paires de vaisseaux transversaux placés à des distances presque égales depuis la partie antérieure du corps jusqu'à l'anus, ces vaisseaux seraient rattachés entre eux par un conduit longitudinal situé sur la ligne médiane dorsale. M. Dujardin a considéré les lignes transversales que M. Ehrenberg interprète ainsi, comme de simples illusions produites par des replis tégumentaires. Je crois au contraire que ce sont bien des organes, mais que ces organes ne sont autre chose que ces muscles que j'ai décrits sous le nom de *sterno-dorsaux* chez les Tardigrades. Toutes les probabilités me paraissent être en faveur de cette détermination, qui serait une confirmation de plus de l'idée d'un renversement d'attitude entre les Rotateurs et les Tardigrades. En effet, toutes les apparences présentées par les muscles sterno-dorsaux me paraissent se reproduire dans les dessins que M. Ehrenberg a donnés des vaisseaux transversaux. Ainsi, les premiers partent par paires de la ligne médiane ventrale; les seconds partent par paires de la ligne médiane dorsale; les uns et les autres vont se terminer à la face opposée, mais ne se rejoignent pas sur la ligne médiane. Dans l'un comme dans l'autre cas, ce sont des sortes de bandelettes grêles, très transparentes, et non striées en travers. Il y a même analogie de

se rendent comme ceux que j'ai appelés nerfs *optiques*, dans deux gros bulbes que M. Ehrenberg regarde comme des ganglions ; seraient-ce là des bulbes optiques sans pigment, comme doivent l'être, s'ils existent, ceux de *Macrobiotus Oberhaeuser* ?

Je terminerai par quelques mots sur la position des points oculaires. Ils sont, chez les Rotateurs comme chez les Tardigrades, contenus dans la cavité commune du sac formé par l'enveloppe générale, et non enchâssés dans cette enveloppe elle-même. Mais ils sont dorsaux chez les premiers, tandis que chez les seconds, au lieu de s'élever jusqu'au dessus des organes préhenseurs des alimens, ils leur sont latéraux. Il ne me semble pas que ce soit là une différence très importante, il le serait beaucoup plus qu'ils tirassent leurs nerfs, comme je viens de faire voir qu'il serait permis de le présumer, d'un ganglion situé comme eux à la face dorsale ; ce serait une raison ajoutée à toutes les autres, pour faire croire au renversement singulier, que rien dans les faits maintenant connus ne me paraît contredire.

L'affinité classique des Rotateurs et des Tardigrades, et l'établissement définitif de la classe des Systolides me paraissent donc ramenés à la découverte d'un système nerveux ganglionnaire à la face dorsale des Rotateurs, en appelant de ce nom celle que leur attitude indique comme telle (1). Jusque-là nous ne pouvons raisonner que sur les Tardigrades. Or, ce sont des animaux appartenant sans nul doute au grand embranchement des animaux annelés et au sous-embranchement que M. Milne Edwards propose de former sous le nom de *Vers*, pour les Annelides, beaucoup d'Helminthes, et pour un grand nombre d'animaux encore peu ou point connus, et qui viendront successivement y prendre place ; mais il serait fort difficile de dire quels rapports précis les rattachent à ceux de ces animaux que nous connaissons déjà. Trop de termes de comparaison nous manquent encore. Ce tra-

(1) Le désir d'entreprendre moi-même cette recherche a été un des motifs qui m'ont fait remettre la publication de cette partie de mon mémoire ; mais dans le peu de temps que j'ai pu consacrer aux Rotateurs, je n'ai rencontré que des espèces trop petites ou très peu transparentes : j'avais, d'ailleurs, peu de temps à y donner, et il m'en eût fallu beaucoup, selon toute probabilité : aussi y ai-je renoncé de bonne heure, pour la reprendre peut-être plus tard, si personne ne me devance ; mais je préférerais de beaucoup voir cette tâche entreprise par un autre, qui n'y apporterait aucune idée préconçue.

vail m'a conduit à des résultats que j'étais bien loin d'espérer lorsque je l'ai entrepris, et je ne doute pas que d'ici à un temps peu éloigné une semblable investigation sur un certain nombre de types choisis parmi les animaux inférieurs, ne doive conduire à des résultats non moins inattendus. Je laisserai donc à ce Mémoire le caractère que j'ai désiré lui donner dès en commençant, celui d'un recueil de faits observés, et je n'entrerai point dans une discussion nécessairement incomplète, faute de données suffisantes, et, dont, avant dix ans peut-être, un grand nombre des élémens actuels seront entièrement changés. Les auteurs qui ont essayé jusqu'ici d'assigner une place aux Tardigrades ont procédé par une comparaison avec les grandes classes des Animaux Articulés, prises dans leur ensemble, et se sont appuyés sur les caractères généraux de ces classes ou de quelques-uns de leurs ordres, et c'est ainsi que ces animaux ont pu être placés parmi les Crustacés Isopodes, les Lernées, les Acariens et les Annelides, suivant que l'on a été plus frappé de la forme générale du corps ou du nombre, de la forme et des connexions des membres ou de toute autre circonstance, qui se trouve en rapport avec les groupes que nous venons de citer. C'est de même que les Rotateurs ont pu être considérés comme des Rayonnés; mais ce n'est pas ainsi, selon toute probabilité, que les rapports définitifs des Tardigrades s'établiront. Il faut avant tout qu'il soit prononcé définitivement sur la classe des Systolides; puis on découvrira, même parmi les genres et les espèces actuellement connus, des espèces et des genres qui s'y rattacheront, à des titres, qu'il serait impossible d'indiquer par avance, et d'autres qui, sans sortir des groupes maintenant établis, y appelleront en quelque sorte les premiers, et c'est ainsi que nous saurons, par exemple, à quels titres définitifs les Tardigrades pourraient être séparés des Annelides, et quels rapports ils établiront entre les Vers et les Articulés vrais, dont ils se rapprochent évidemment par l'existence d'un épiderme corné, qui, chez les *Emydium* est épais, cassant, fortement coloré et partagé en anneaux très distincts sur le corps, tend déjà à prendre la même forme sur les membres, et porte des appendices comparables à ceux des Acariens.

CHAPITRE II.

SUR LA FACULTÉ QUE POSSÈDENT LES TARDIGRADES, LES ROTIFÈRES, LES ANGUILLULES DES TOITS, ET QUELQUES AUTRES ANIMALCULES, DE REVENIR A LA VIE APRÈS AVOIR ÉTÉ COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉS.

Il est un fait maintenant en dehors de toute controverse; c'est que si l'on prend dans une gouttière du sable sec, ou si on laisse dessécher à l'air libre du sable que l'on y a pris humide, et que, même après un temps très long, on humecte ce sable, on y retrouve de petits animaux vivans.

Dans ces termes, et dans ces termes seulement, le fait est accepté par tout le monde. Mais la dessiccation s'est-elle étendue jusqu'aux animaux eux-mêmes, et s'il y a eu dessiccation des animaux, a-t-elle été complète, ou seulement partielle? Y a-t-il eu un simple ralentissement des phénomènes vitaux, ou une suspension analogue à celle qui se produit dans la syncope, à celle qui existe dans les œufs ou dans les graines, ou enfin une destruction absolue que l'on puisse comparer à la mort elle-même? Ce sont là autant de questions qui ont été vivement débattues depuis près d'un siècle et demi, que les observateurs les plus distingués ont reprises et soumises à des discussions nouvelles jusque dans ces dernières années, avec autant d'ardeur que s'il se fût agi de questions les plus neuves. Et pourtant, de toutes ces discussions, de ces débats poussés quelquefois jusqu'aux personnalités les plus ardentes, il n'est rien sorti que l'on puisse regarder comme ayant pris place dans la science. Un observateur, un seul, ne s'est pas contenté d'expériences superficielles; il s'est posé la revivification comme un sujet de recherches, qu'il a soumis à tous les moyens d'investigation que lui fournissaient la physique et la chimie telles qu'elles existaient à son époque; il a résolu le problème, on peut le dire, il y a de cela soixante années;

et néanmoins d'autres observateurs se sont crus obligés à le reprendre encore, et n'ont pas hésité à en donner les solutions les plus contradictoires. Cependant l'observateur dont il leur fallait mettre en doute la sagacité, et jusqu'à la bonne foi, tant il s'était exprimé dans des termes formels, c'était Spallanzani; on lui opposait des faits aussi incomplets, aussi légèrement observés, que ses expérimentations avaient été rationnelles et décisives. Aussi aurais-je pu m'en tenir, pour traiter ce point de la physiologie des animaux qui ont été l'objet de ce mémoire, à une simple analyse du travail de l'illustre auteur; mais je dois avouer que les assertions si tranchantes par lesquelles on les a démenties n'avaient pas été sans me laisser à moi-même quelques doutes; et mon travail m'eût semblé incomplet si je l'eusse quitté avant que d'être arrivé à une conviction bien arrêtée relativement à cette question qui m'a toujours semblé être d'un intérêt extrême.

§ I. Historique.

Jusqu'à l'année 1701, le sommeil léthargique, et l'état de syncope étaient à-peu-près les seuls faits connus qui pussent faire soupçonner la possibilité d'une suspension même momentanée des phénomènes de la vie, soit chez l'homme, soit chez les animaux, de quelque degré qu'ils fussent.

Le 2 septembre de l'année que je viens de citer, Jæeuwenhoeck (1), eut la curiosité de mettre dans un petit tube en verre contenant de l'eau, un peu d'un résidu desséché qu'il avait recueilli dans une gouttière. Ce résidu délayé dans l'eau, alors qu'il était encore humide, lui avait déjà montré des Rotifères et d'autres Infusoires; il voulait voir si quelques-uns de ces animaux se seraient conservés vivans après la dessiccation du résidu; mais il ne l'espérait pas, car il se hâte d'ajouter: *quamvis haud diffitear me numquam cogitasse, materiæ huic tantopere arefactæ animalculum vivum inesse posse.*

Il dut bientôt changer d'opinion. Moins d'une heure après,

(1) *Epistolæ ad societatem regiam anglicam, etc.*, t. II, p. 38, et suiv.

un grand nombre des Rotifères qu'il avait précédemment observés nageaient dans l'eau du tube ou rampaient contre ses parois, et quelques heures plus tard, le nombre en était trois ou quatre fois plus considérable encore. Il fit plusieurs observations sur ces animaux, et répéta l'expérience plusieurs fois avec de l'eau préalablement portée à l'ébullition, puis refroidie. Quelques autres animalcules, qui paraissent avoir été des Infusoires proprement dits, se montrèrent même une fois en compagnie des Rotifères. Leuwenhoeck étudia avec attention les changemens qu'éprouvaient ces derniers lorsque l'eau venait à leur manquer, et lorsqu'on les humectait après les avoir desséchés; ce qui paraît l'avoir surtout frappé, c'est que l'animal conserve à-peu-près sa forme dans le premier cas, de sorte que la sécheresse ne lui paraît pas avoir d'autre effet que de le faire se contracter. Il le regarde comme renfermé dans des enveloppes qu'il compare à celles des œufs d'insectes, et aux enveloppes de certaines larves: *quæ tantæ sunt soliditatis et tenacitatis ut humores iis contenti exhulare nequeant*. De même ajoute-t-il, les *cuticulæ* de ces animalcules *ex tam solidâ conflatae sunt materiâ ut ne minimam quidem permittant exhalationem. Quod si sese aliter haberet asserere non vereor hæc animalcula cælo admodum arido, omni aquâ destituta necessario omnia esse emoritura*.

Ainsi dans les idées de Leeuwenhoeck, mort et dessiccation complète sont synonymes, et il nie tout à-la-fois l'un et l'autre dans le phénomène singulier qu'il a, le premier, signalé à l'attention des observateurs.

Néedham vit beaucoup plus tard les Anguillule du blé niellé, revenir au mouvement après avoir été desséchées (1). Son opinion, tout-à-fait contraire à celle de Leeuwenhoeck, est que la dessiccation a été complète. (2)

Il en est de même de Baker, qui, suivant la citation qu'en a faite M. Ehrenberg (3), a exprimé son opinion de la manière la

(1) Transactions philosophiques, 1743, page 640.

(2) Nouvelles observations microscopiques (traduction), pag. 103 et suiv.

(3) Die Infusionsthierchen, pag. 472.

plus explicite: « Baker, dit-il, confirma les observations de Néeđham, sur l'invitation qui lui en fut faite par M. Folke. Il ajouta en 1753, dans son *Employement of the microscope*, chapitre iv et vi, que dans tous ces cas, tous les organes, et tous les vaisseaux de l'animal étaient complètement desséchés et endurcis; et qu'ils pourrait être rappelé à la vie, même après vingt, quarante et cent ans, pourvu qu'aucun de ces organes ne fût déchiré ou autrement lésé. Il observa de ces Anguillules dans des grains de froment qui avaient été conservés pendant quatre ans à l'état de dessiccation complète.

Depuis cette époque jusqu'à 1776, année où Spallanzani publia les observations dont nous allons donner plus loin l'analyse, il est peu d'observateurs et de physiologistes, qui n'aient accordé quelque attention au phénomène qui nous occupe, et n'aient résolu par l'affirmative ou la négative, la question de savoir si certains animaux peuvent revenir à la vie après avoir été desséchés, et si cette dessiccation est ou n'est pas une mort. Tous n'ont pas choisi les mêmes animalcules pour sujet de leurs expériences, mais le désaccord est le même entre ceux qui ont opéré sur les mêmes espèces et ceux qui ont opéré sur des espèces différentes. M. Ehrenberg cite Schœffer, Hill, Ginanni, Ledermuller, Haller, les premières expériences de Spallanzani, et de nouvelles recherches de Néeđham, sur les Infusoires proprement dits, Fontana, sur le Gordius et les Rotifères, Goetze et Muller, qui y sont revenus à plusieurs reprises, Corti, et enfin Roffrédi. Je n'ai pas cru devoir mentionner ces diverses opinions contradictoires; parce qu'il m'a paru impossible d'en faire sortir aucun éclaircissement véritable. L'obscurité est la même à l'égard des Infusoires proprement dits, qu'à l'égard de ceux sur lesquels notre attention doit être spécialement fixée; car Leeuwenhoeck assure avoir vu revivre deux genres d'animalcules excessivement petits (loco cit. p. 389), et une autre fois des animalcules sphériques verts en nombre incroyable (page 391), bien que l'eau dont il s'était servi fût de l'eau de pluie préalablement bouillie. On trouve une semblable assertion dans un ouvrage de Gleichen (1). Cependant la plupart des essais dont ces animaux ont

(1) *Abhandlungen uber samen und Infusionsthierchen*, 1778, pag. 80. Depuis l'époque de

été l'objet, ont donné aux observateurs qui ont suivi Leeuwenhoek, des résultats négatifs. Corti avait même déjà fait observer que ceux sur lesquels il avait expérimenté, et qui, suivant M. Ehrenberg, sont des *Stylonychia*, se déchirent en fragmens qui se dispersent, lorsqu'on vient à leur faire subir la dessiccation, ce qui ne laisse assurément aucune chance pour la revivification. C'est le phénomène que, depuis, M. Dujardin a étudié avec tant de soin, et qu'il a désigné sous le nom de *diffluence*.

Spallanzani a fait de la revivification des Rotifères, des Tardigrades et des Anguillules, l'objet d'un chapitre important de ses *Opuscules de Physique animale et végétale* (1). La question y est traitée à fond, et résolue par des expériences tellement concluantes, que l'on voudrait pouvoir expliquer tous les doutes et toutes les contradictions dont elle a été l'objet depuis cette époque, en supposant que le chapitre en question n'était pas connu de ceux qui l'ont le plus cité, pour en nier les résultats. Je vais essayer d'en donner une analyse.

Spallanzani entre en matière, en disant qu'il ne faut pas confondre les *animalcules d'infusions* qu'il a prouvé lui-même ne pouvoir pas ressusciter après avoir une fois été desséchés, et d'autres animalcules qui, « quoique habitant aussi les infusions, « ont été pourtant assez distingués et assez privilégiés par la « nature pour jouir de la résurrection après leur mort. Tels sont, « entre autres, le Rotifère, le Tardigrade, les petites Anguilles des « tuiles, et celles du blé niellé ». Puis il décrit avec beaucoup de soin le Rotifère, dans ses formes, ses mouvemens, ses habitudes. Il raconte ensuite comment, après les avoir placés sur une lame de verre, avec une goutte d'eau, qui contenait du sable, il les laissa s'y dessécher, et les vit ressusciter une heure après, lorsque la goutte d'eau évaporée fut remplacée par une

Spallanzani, Guanzati a affirmé la revivification du *Proteus*; Girod Chantrans assure avoir été témoin de celle d'un Infusoire qu'il appelle *Volvox lacustris*, même après quatre ans de dessiccation. M. Ehrenberg (*Die Infusionshierchen, etc.*) croit que ce *Volvox* est l'*Euglena viridis*, ou l'*Euglena sanguinea*.

(1) Tome II, pag. 299 et suiv.

autre goutte. Le phénomène du retour au mouvement est décrit avec un soin minutieux.

Il répéta les mêmes expériences sur du sable desséché, et conservé jusque pendant quatre années; il opéra sur le même sable alternativement mouillé et desséché; et toujours en humectant de nouveau, il vit ses Rotifères revenir à la vie. Cependant il assure que le nombre de ceux qui ressuscitent devient de moins en moins considérable, à mesure qu'on les a humectés et desséchés un plus grand nombre de fois. Il n'a pu en voir ressusciter après la seizième épreuve. Le nombre de ceux qui ressuscitent est aussi d'autant moindre qu'il s'est écoulé un temps plus long depuis que le sable est sec, de telle sorte « qu'on arriverait « finalement à un terme où il n'en ressusciterait plus. »

Le fait de retour à la vie dans ces circonstances une fois bien constaté, Spallanzani s'assure que l'influence de la température n'est pas nulle, et que de l'eau *assez chaude* produit la résurrection plus promptement que l'eau à la température ordinaire.

Puis il élimine du problème une circonstance à laquelle les observateurs précédens n'avaient point fait attention, et qui était certainement entrée pour beaucoup dans leurs contradictions: c'est la présence du sable dans l'eau où les Rotifères se dessèchent. Là où le sable manque, la dessiccation tue les Rotifères, soit que l'on expérimente sur des lames de verre différentes, avec de l'eau pure d'un côté, et de l'eau contenant du sable de l'autre, soit sur une même lame de verre, et dans la même eau étendue de manière à ce que le sable se trouve dans certains points en quelque abondance, et dans d'autres excessivement rare ou manquant tout-à-fait. Ce résultat frappe singulièrement Spallanzani, il répète l'expérience sous toutes les formes; puis il s'appuie sur l'autorité d'un de ses amis, le P. Campi, et sur celle de Roffrédi qui ont observé le même fait. Il va plus loin encore; et la non-résurrection de ceux qui ont été desséchés à nu, une fois admise, il prouve que ce n'est pas la présence du sable qui détermine la résurrection; mais bien son absence pendant la dessiccation qui rend les Rotifères desséchés impropres à revenir à la vie.

« Mais comment ce simple défaut de sable peut-il produire

« un si grand effet ? Quelle connexion , quel rapport physique
« peut-il y avoir entre la présence du sable et la résurrection des
« Rotifères ? La cause qui influe sur ce phénomène ne devrait-
« elle pas être toute autre , et ne devrait-on pas dire que le sable
« tient seulement lieu d'une condition extérieure très simple ? »
Spallanzani part de cette question, pour conclure que c'est :
« l'action immédiate de l'air, qui en heurtant et fouettant ces
« petits corpuscules par son choc déchirant dans un moment où
« ils sont encore humides, et où ils sont en même temps très ten-
« dres et très délicats, les rend ainsi incapables de ressusciter, par
« l'action qu'ils en reçoivent. » Dans son opinion, ils ne péri-
raient point alors même qu'ils seraient sans sable, si on effec-
tuait leur dessiccation sous la machine pneumatique, de ma-
nière que leur corps ne fût point exposé au contact immédiat
de l'air, expérience qu'il n'a point eu le temps de faire.

L'illustre observateur arrive à raisonner sur la nature de ce
phénomène si remarquable, qu'il compare dans toutes ses par-
ties avec les cas qu'il connaît de mort apparente, les animaux
hibernans, les animaux noyés, les Crapauds et les Grenouilles
congelés; et il conclut de cette comparaison qu'il y a là une con-
dition essentielle, qui fait de la résurrection des animaux qu'il a
cités un phénomène d'un ordre tout particulier. Cette condi-
tion, c'est une dessiccation complète, c'est la destruction de
l'harmonie qui doit exister entre les fluides et les solides. C'est
plus encore, c'est l'absence de l'un des élémens fondamentaux
de la vie, élément qui est la présence même des fluides. « Les
« parties solides se contractent, dit-il; et se défigurent; les
« fluides s'évaporent, et tout le corps de l'animal se réduit à un
« atome de matière desséchée et endurcie, lorsqu'on le perce
« avec une aiguille, il se brise en plusieurs particules, comme
« un grain de sel..... Concluons donc, et concluons-le avec
« raison, que dans les Rotifères devenus secs et maigres, et il
« faudra également dire ceci des autres animaux ressuscitans
« dont je parlerai après; concluons, dis-je, que leur vie est
« entièrement perdue, non-seulement parce que l'action réci-
« proque des fluides sur les solides est détruite, mais encore
« parce que les fluides sont entièrement évaporés, et parce que

« ce dessèchement et cette dureté ont fait perdre aux solides
« leur état naturel. »

Une réflexion fort simple conduisit Spallanzani à faire sur les Rotifères des expériences ayant pour but de déterminer quelle température ces animaux pouvaient supporter, soit à l'état de dessiccation, soit à l'état humide : « Les Rotifères qui habitent les
« toits des maisons, des fours et des autres bâtimens exposés à
« l'intempérie des saisons, doivent être d'un tempérament propre
« à résister aux coups les plus piquans du froid et de la chaleur.
« J'ai voulu cependant en faire l'expérience. » En prenant le sable dans une gouttière qui avait été exposée directement aux rayons solaires pendant un mois, en plaçant du sable dans des tubes de verre exposés à l'action directe de ces mêmes rayons, et à celle de la réverbération d'un mur voisin; enfin en soumettant le même sable à une chaleur artificielle, il constata en effet que les Rotifères conservaient dans du sable sec leur propriété de revenir à la vie jusqu'à une température de 70 degrés centigrades, tandis qu'ils la perdaient passé 55 degrés, si le sable était humide, et qu'ils ne pouvaient aller au-delà de 45, si on les soumettait à l'action de la température après leur résurrection complète (1). Après avoir aussi expérimenté l'action de la chaleur, il expérimenta celle du froid; il vit que les Rotifères pouvaient être congelés, même dans l'eau où ils se mouvaient, et refroidir jusqu'à — 24° sans en revenir moins promptement à la vie aussitôt que la glace venait à se fondre. •

Les Rotifères peuvent ressusciter dans le vide, mais plus lentement et en moindre nombre que dans le plein; ceux qui ne ressuscitent pas dans le vide peuvent ressusciter dans le plein, lorsqu'on les y transporte; mais si l'air n'est pas nécessaire à la résurrection, il est indispensable pour la durée de la vie; quelques jours passés dans le vide tuent infailliblement tous ceux qui y ont ressuscité. Toutefois, la quantité d'air nécessaire pour que ces animaux continuent à vivre est extrêmement petite.

(1) Spallanzani dit 56, 44 et 36 degrés, sans indiquer à quelle échelle ces degrés appartiennent, mais il prend soin de faire connaître, dans plusieurs endroits des chapitres précédens, que la graduation dont il se sert est celle de Réaumur. Voir tome 1, page 26.

Chacune de ces propositions est prouvée par des expériences.

Il expérimente ensuite l'action de trente substances différentes sur les Rotifères vivans et sur les Rotifères desséchés. Certaines favorisent la résurrection et la vie; d'autres empêchent la résurrection et tuent les animaux ressuscités; d'autres enfin permettent la résurrection, mais tuent par une action plus prolongée. L'action des substances étrangères ne s'exerce pas seulement sur les Rotifères vivans ou pendant la résurrection, elle peut avoir lieu aussi sur ceux qui sont desséchés et pendant la dessiccation même. La vapeur du camphre, les produits gazeux du camphre, de la térébenthine et du soufre allumés ôtent aux Rotifères desséchés la propriété de ressusciter, comme le fait une température trop élevée, et lors même qu'on expose le sable à l'air et qu'on le lave plusieurs fois dans le but de lui faire perdre les mauvaises qualités qui nuisent aux Rotifères.

La première section de ce chapitre, riche d'observations irréprochables, et dont l'analyse précédente ne peut donner qu'une bien faible idée, se termine par un exposé complet du mode de génération des Rotifères des gouttières, en partie d'après Roffrédi, en partie d'après les observations de Spallanzani lui-même, sur leur état en sortant de l'œuf et sur leur accroissement. Ici encore, comme lorsqu'il s'est agi de l'organisation elle-même, et comme dans la question de la résurrection, l'habile physiologiste, que quelques-uns ont traité depuis avec un si haut dédain, a devancé de beaucoup presque tous ceux qui l'ont suivi.

Une deuxième section est consacrée au *Tardigrade*, aux *Anguilles des tuiles* et à celles du *blé niellé*. Ce sont encore là des « animaux qui ressuscitent après leur mort, et, dans de certaines limites, ressuscitent autant qu'on le veut, dont on pourrait presque dire qu'ils sont destinés à l'immortalité ». Je n'analyserai point cette section aussi longuement que je l'ai fait pour la première: il me suffira de dire que ce second travail est, comme le premier, un chef-d'œuvre d'observation. Spallanzani a prévu toutes les objections qu'on pourrait lui faire. Il prend les animaux à l'état sec et les décrit avec le plus grand soin. Nul doute que ce soient là des animaux parfaitement morts; puis, sans les perdre

de vue, il les mouille et note instant par instant toute la série de phénomènes dont ces petites organisations sont le siège. « Elles commencent alors à mouvoir légèrement la queue; elles « la plient doucement; elles la contournent en plusieurs sens; « ensuite elles meuvent la tête, enfin le reste du corps, de « manière que tout l'animal paraît bientôt animé, etc., etc. ». On trouve un peu plus loin une comparaison des animaux ressuscitans avec le Nostoc et la Trémelle, qui offrent des phénomènes analogues; puis la preuve que cette faculté n'est point chez les uns ni chez les autres une conséquence de la simplicité de leur organisation. Enfin, Spallanzani compare le phénomène remarquable qu'il vient de constater avec quelques autres phénomènes non moins singuliers. La reproduction des parties coupées, la multiplication par section transversale, la reproduction naturelle par gemmes, l'hermaphrodisme, la suspension des phénomènes vitaux dans l'asphyxie chez l'homme, dans l'état hibernale des plantes, dans les œufs fécondés et dans les chrysalides.

Ne devrait-on pas croire qu'après la publication de ce travail parfait, la discussion, si elle n'était pas définitivement fermée, ne devait du moins plus porter que sur un point, et qu'elle devait se passer tout entière en raisonnemens?

Quant à la question qui précède toutes les autres: y a-t-il des animaux susceptibles de se dessécher? Cette dessiccation est-elle complète? elle était irrévocablement résolue.

Mais, quant à l'appréciation philosophique du fait, il restait encore matière à controverse. On pouvait dire que cette dessiccation n'était pas une mort véritable, puisqu'elle permettait le retour des phénomènes vitaux. On pouvait même s'autoriser des résultats de Spallanzani, pour soutenir que tout phénomène en rapport avec la vie n'était point suspendu dans les animaux desséchés, puisque le temps avait de l'influence sur leur faculté de revenir à la vie.

Telle devait être assurément la marche des idées, et cependant il ne s'est passé rien de semblable. La discussion a été, depuis Spallanzani, ce qu'elle avait été auparavant. Si le nom de l'admirable observateur n'était aussi souvent cité, on pourrait croire

qu'il n'a jamais écrit, et celui qui jugerait ses recherches par le poids dont elles ont été dans la question prononcerait assurément qu'il a dû s'en tenir à des raisonnemens purement métaphysiques, ou que, comme pour tous ceux qui l'ont précédé depuis Leeuwenhoeck, et comme pour tous ceux qui l'ont suivi, ce qu'il appelait des expériences directes s'élevait tout au plus à mettre une pincée de sable sur un morceau de verre, à le laisser sécher pendant un temps quelconque, à le mouiller ensuite, et à regarder après un certain nombre d'heures, pour savoir s'il s'y trouve encore des petits animaux qui vivent.

Lamarck (1) accorde la faculté de revivre à tous les animaux des infusions.

Un grand nombre de naturalistes se prononcent pour la revivification des Rotifères et de quelques autres seulement.

Au contraire, Hermann, Schranck, Rudolphi, Oken, Schweigger, Dugès (2), la nient chez tous indistinctement. (3)

Mais deux naturalistes surtout se sont fait remarquer par l'énergie de leur opposition aux idées de Spallanzani : ce sont MM. Bory Saint-Vincent et Ehrenberg. D'une part, l'autorité que leur ont méritée leurs travaux dans toutes les questions où il s'agit d'animaux inférieurs, et, d'une autre part, la vivacité de leurs raisonnemens et souvent le tranchant de leurs assertions sont tels, que l'on me pardonnera peut-être, après avoir lu l'analyse suivante, d'avoir douté un instant des résultats de Spallanzani ou d'avoir cru, du moins, que la question méritait d'être reprise, ne fût-ce que dans l'espoir d'expliquer tant de contradictions.

M. Bory Saint-Vincent, en 1824, article MICROSCOPIQUES de

(1) Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, 1816, tome II, page 21.

(2) M. Dugès, dans son Traité de Physiologie comparée (1838, t. 1, p. 36) distingue le cas où les Rotifères sont exposés à l'évaporation dans du sable, de celui où ils y sont exposés à nu, ainsi que l'avait déjà fait Spallanzani. Dans le premier cas, ils revivent, mais il n'y avait point dessiccation complète; dans le second, ils ne revivent *jamais*; d'où la conclusion que la dessiccation les tue. M. Dugès cite l'opinion de MM. Morren et de Blainville comme tout-à-fait conforme à la sienne; nous allons voir plus loin que c'est aussi celle de M. Ehrenberg.

(3) Pour plus de détails, voyez le chapitre consacré à cette question par M. Ehrenberg, dans son grand ouvrage sur les Infusoires.

l'Encyclopédie méthodique, s'exprime ainsi à propos des Rotifères, dont il fait son genre ESÉCHIÉLINE : « Quant à la célébrité
« qu'on leur a faite sous ce nom de *Rotifère*, qui ne pouvait
« demeurer celui d'un seul genre, et, d'après la faculté qu'on
« leur a supposée de recouvrer l'existence long-temps après
« qu'on les avait laissés se dessécher, nous pouvons assurer que
« ce dernier point est absolument dénué de fondement et établi
« d'après des observations mal faites. De telles résurrections ne
« peuvent avoir lieu, surtout chez des animaux d'une organisa-
« tion si compliquée, où existe une circulation de fluides déter-
« minée par les mouvemens d'un cœur évident (1), et qui,
« ayant, une fois cessé, ne peut conséquemment se rétablir. De
« tels animaux sont, au contraire, aisément mis à mort par la
« moindre lésion; car les êtres deviennent plus facilement péris-
« sables, à mesure qu'ils se compliquent. Les plus parfaits sont
« les plus fragiles, et non-seulement une Eséchiéline ni aucun
« Rotifère ne pourraient être rappelés à l'existence par l'humidi-
« té, après avoir une fois cessé de vivre réellement par dessic-
« cation; mais nous avons expérimenté qu'en divisant ces ani-
« maux, aucune de leurs parties ne reproduit d'animal nouveau,
« comme il arrive dans les Gymnodés, où l'expérience se fait
« naturellement sous les yeux de l'observateur. »

Dans ce qui précède, M. Bory n'a paru raisonner que par induction; mais voici d'autres passages, où il parle d'expériences :

Encyclopédie méthodique, article VIBRION, page 775) : « L'o-
pinion que les Vibrions desséchés recouvrent l'existence quand
« on les remouille, vient d'être reproduite comme un fait
« incontestable par M. Francis Bauer, qui prétend que son
« *Vibrio tritici* peut demeurer trois années desséché. M. Dugès
« paraît être, d'un autre avis, et nous n'hésitons pas à nous ranger
« au sien. Nous l'avons déjà dit, et nous le répétons, fortifié de
« son témoignage, il nous a été de toute impossibilité quelque
« précaution que nous eussions prise, de rappeler à la vie des êtres

(1) Spallanzani avait déjà fort bien vu que l'organe contractile appelé cœur par Leeuwenhoeck et Baker, était situé sur le trajet de l'œsophage, et ne devait être considéré que comme un organe de préhension des alimens. — Loc. cit., t. II, p. 329.

« qui l'avaient une fois perdue. Si quelques observateurs, et
« Spallanzani, entre autres, ont cru faire revivre des animalcules,
« et qu'ils ont vu revivre des animalcules, c'est qu'il y a
« resté assez d'humidité dans ces animaux, et tout autour d'eux, pour
« qu'ils ne fussent pas morts tout de bon. »

L'auteur que je cite s'exprime avec la même vivacité dans les
« motifs de son ouvrage. Il dit, par exemple, dans le chapitre de l'hy-
« draire, que les animalcules de ce genre ne peuvent vivre que dans l'eau
« et qu'ils meurent dès qu'ils sont hors de l'eau. Il introduit sur ce sujet dans l'article Rotifères.

« Tous les Rotifères sont aquatiques: la sécheresse les tue
« promptement. Il n'y a pas plus en eux possibilité de résurrec-
« tion après la mort, que chez tout autre animal où la respira-
« tion est une condition indispensable d'existence; cependant,
« sur des observations mal faites et mal refaites, on imprime
« depuis un siècle que les Rotifères desséchés, privés long-temps
« d'eau; demeurés comme morts au fond des lieux où l'on en
« conservait, revivent aussitôt qu'on les remouille. Il n'est pas
« de moyens que nous n'ayons employés pour arriver à un tel
« résultat: nous n'y sommes jamais parvenus. Nous avons quel-
« quefois, en trempant des tuyaux de Friganes long-temps des-
« séchés, ou en remettant de l'eau dans des vases remplis de
« sédiments d'animalcules long-temps entassés sur nos fenêtres,
« retrouvé des Rotifères avec beaucoup d'animalcules; mais ils
« n'y ressuscitaient pas: ils s'y développaient comme les Daphnies
« et autres petits Entomostracés, dont les ovules sont demeurés
« dans le sol, et aptes à éclore dès que la saison pluvieuse ramène
« le fluide nécessaire à leur développement. »

L'opinion de M. Bory Saint-Vincent à l'égard de la revivifica-
tion vraie ou prétendue des Rotifères, des Tardigrades et des
Anguillules, me paraît comprendre les quatre propositions
suivantes:

- 1° Un animalcule, exposé à l'évaporation, se dessèche bientôt
complètement;
- 2° Un animalcule desséché est un animalcule mort;
- 3° Un animalcule mort, et par conséquent un animalcule
desséché, ne peut revenir à la vie;
- 4° Là où on a cru voir des animalcules desséchés revivre,

on n'a vu que des œufs promptement développés et des animalcules promptement arrivés à leur taille ordinaire.

Il serait certes facile de répondre, par les expériences de Spallanzani à celles des propositions précédentes qui contredisent les opinions admises par l'illustre physiologiste ; mais j'ai hâte d'arriver à des preuves dont je puisse répondre par moi-même, et ce serait donner trop d'étendue à cet exposé déjà si long que d'entrer dans des discussions de cette nature.

Il me reste à analyser les opinions de M. Ehrenberg (1). Elles diffèrent en quelque chose de celles de M. Bory de Saint-Vincent. Pour M. Ehrenberg comme pour M. Bory, — « la dessiccation, ce serait la mort ; mais les animalcules soumis à l'évaporation dans le sable ne se dessèchent point, lors même que ce sable, comme celui dont s'était servi Fontana, a été exposé pendant deux ans et demi à l'action des rayons solaires. Dans ce cas, le sable et la mousse les garantissent aussi bien de la dessiccation qu'un épais manteau de laine garantit l'Arabe de la chaleur brûlante du désert.

« Ce sont de véritables amphibiens qui vivent également dans l'eau quand ils y sont plongés, et dans l'air sec quand l'eau s'est évaporée. Il s'en est assuré par l'étude du sable que M. Schultze avait distribué à plusieurs savans comme offrant une confirmation des opinions de Spallanzani. La vie des animalcules n'est pas même interrompue : ils continuent de remplir toutes leurs fonctions et de se reproduire de telle sorte que, pour citer les expressions littérales de l'auteur, « les Rotifères et les Tardigrades que faisait admirer M. Schultze dans son sable n'étaient « que les arrière-petits-enfans de ceux qu'il avait recueillis quatre « ans auparavant ». — Il repousse l'hypothèse d'une vie latente, admise par Corti, Prochaska, Carus, Müller et Wiegmann, et cite l'exemple des Bacillariées, dont il a décrit, dit-il, dans les Comptes rendus de l'Académie de Berlin (1837, page 107), l'état amphibie, et qui peuvent vivre des semaines et des mois entiers privées d'eau, dans la terre végétale, sans se dessécher et sans tomber dans un état de mort apparente.

(1) *Die Infusionsthierehen, etc.*, pag. 492 et suiv. Cette analyse a été faite sur une traduction du texte allemand, dont je suis redevable à la bienveillance de M. le docteur Hœffer.

« Les opinions émises depuis plus de cent ans ont eu pour résultat d'embrouiller la question et non de l'éclaircir. Ehrenberg repousse une à une toutes celles qui ont eu pour but d'établir une opinion contraire à la sienne. Les mêmes choses de Rotifères et de Philodines, qui habitent le sable des galeries, et que l'on assure avoir vues revivre, il les a constamment vues périr, lorsqu'il les prenait dans les eaux des marais ou des étangs, et il en conclut qu'elles doivent périr dans le premier cas comme dans le second. Puis il renvoie à l'histoire du serpent dont parle Bouguer dans son livre de la *Figure de la terre*. Bouguer assure, en effet, tenir de plusieurs témoins oculaires qu'il existe vers le bas de la rivière de la Madelaine et surtout vers l'Orénoque un serpent très dangereux, du genre des Amphisbènes, qui peut revenir à la vie, après qu'on l'a laissé dessécher pendant dix ou douze ans, suspendu à une branche d'arbre ou dans une cheminée, pourvu qu'après ce temps, on le jette dans une eau bourbeuse, exposée au soleil, et qu'on l'y laisse pendant quelques jours. Libre à ceux qui croiront à une pareille histoire de croire à la résurrection des Rotifères morts. »

Nous ne suivrons pas plus loin l'illustre observateur. Le reste de son article est consacré à des raisonnemens sur la nature du principe vital, raisonnemens qui ont tous pour but de prouver que l'interruption du mouvement vital et la mort sont une seule et même chose. Il termine, en disant que la vie, même dans ses moindres manifestations, tend à maintenir la réaction des solides et des liquides contre toutes les lois physiques et chimiques. Dès que cette réaction cesse, les corps organisés retombent sous l'empire des lois de la matière inerte. L'œuf et la graine elle-même se décomposent et se putréfient. Chacun de ces corps vivans possède un état hygrométrique propre à son organisation. Tant qu'il conserve dans ses organes cet état, contrairement à toutes les lois physiques, il est vivant; dès qu'il l'a perdu, par une cause quelconque, la mort s'ensuit.

Il me reste un mot à dire sur l'intervention de M. Schultze dans la question de la revivification: elle est loin d'avoir l'importance que M. Dujardin se montre disposé à lui accorder (1).

(1) *Ann. des Sc. nat.*, tome X, pag. 182 et suiv., et *Hist. nat. des Inf.*, pag. 593 et 594.

M. Schultze a recueilli du sable de gouttière: il l'a laissé dessécher librement, l'a remouillé après un temps plus ou moins long, et y a vu des Rotifères et des Macrobiotes vivans. Nous venons de voir qu'on fait cela depuis cent quarante ans, sans avoir pu s'entendre: c'est l'expérience de Leeuwenhoeck, qui n'avait pas plus oublié de se servir d'eau bouillie, que M. Schultze n'a omis d'employer l'eau distillée. Quant à la durée possible de la prétendue dessiccation, M. Schultze n'a pas non plus dépassé ce qui avait été fait avant lui; car, si je ne me trompe, le sable le plus ancien dans lequel il ait annoncé avoir vu revivre des animalcules, avait été recueilli à quatre ou cinq ans de date seulement, tandis que Baker avait vu revivre, en 1771, des Anguillules dans du blé niellé que Needham lui avait donné en 1744: aussi M. Schultze est-il loin d'avoir été très affirmatif à l'endroit de la dessiccation des animaux eux-mêmes, et de l'état de mort qui en est la suite. Dans sa brochure sur le *Macrobiotus Hufelandii*, il l'appelle, à la vérité, un animal pouvant revivre *post « diuturnam asphyxiam et ariditatem »*, et le mot *ariditatem* peut s'interpréter dans le sens d'une dessiccation complète. Mais on a vu par un des passages précédemment cités; combien les expériences de M. Schultze et les communications qu'il avait faites à Breslau ont eu peu de prise sur la manière de voir de M. Ehrenberg. Bien plus, M. Schultze lui-même paraît avoir modifié son opinion, et s'être laissé entraîner aux raisonnemens si pressans de son illustre adversaire. Dans sa brochure sur l'*Echiniscus Bellermanni* (2), il est revenu sur ce qu'il avait dit, de manière à faire voir que c'était le mot *asphyxiam* seul, qui rendait toute sa pensée. La dessiccation de son *Echiniscus Bellermanni*, espèce du genre *Emydium*, n'est plus autre chose que « *vitæ somniculosæ atque asphycticæ longævitæ* ». Plus loin (page 7), il se plaint de ce qu'on lui a prêté des opinions trop avancées, en supposant qu'il regardait cet état comme une véritable mort. « *Ex asphyxiâ reviviscunt animalia, non ex morte, sicut Ehrenbergius nuper, postquàm factum in Furculariis et*

(1) *Echiniscus Bellermanni*, animal crustaceum, Macrobioto *Hufelandii* affine, etc., etc., cum tabulâ, Berolini, 1840.

Macrobotis prius negaverat, nunc concedens sententiam meam per errorem interpretari studuit. »

Ainsi M. Schultze n'a rien ajouté ni en étendue ni en certitude aux faits annoncés par Leeuwenhoeck lui-même ; mais il a, plus que personne, contribué à populariser la question par l'à-propos et la forme de ses communications à ce sujet, et surtout par le soin qu'il a pris de mettre entre les mains d'une foule de savans de toutes les parties de l'Europe, du sable recueilli et desséché avec soin, et dont la dessiccation remontait à une date certaine.

§ II. *Expériences.*

Je me suis proposé de faire voir, par l'exposition historique qui précède :

1° Que la question des animaux ressuscitans a été prise et reprise sous toutes les formes sans que, après un siècle et demi, la discussion ait cessé d'être ouverte comme le premier jour ; sans que les mêmes faits aient cessé d'être niés et affirmés avec une égale assurance ;

2° Que par une sorte de phénomène que nous n'essaierons pas d'expliquer, cette discussion a pu passer pour ainsi dire au-dessus des belles et décisives expériences de Spallanzani, sans en avoir été seulement effleurée, sans en avoir admis ni aucune solution, ni aucune modification dans sa marche ou dans la nature des argumens sur lesquels elle roule, et qui sont restés invariablement les mêmes ;

3° Enfin, qu'il était utile de reprendre ces expériences, et qu'essayer de les faire entrer dans la discussion avant de leur avoir rendu l'attrait de la nouveauté, c'eût été une tentative sans résultat probable, c'eût été s'exposer à laisser la question aussi indécidée qu'auparavant.

Et cependant c'est un problème dont il importe que la solution soit définitivement acquise à la science : car il ne s'agit de rien moins que de l'un des élémens les plus universellement admis dans la définition de la vie, de la continuité absolue et nécessaire de ses phénomènes essentiels.

C'est à quoi je me suis efforcé d'arriver, dans l'espoir, non d'obtenir un grand nombre de faits nouveaux, mais de constater assez de faits positifs, nouveaux ou non, pour qu'ils pussent former une base de conviction inébranlable. Les animaux sur lesquels j'ai expérimenté sont ceux qu'avait observés Spallanzani lui-même, les Tardigrades des diverses espèces, les Rotifères, les Anguillules : et j'ai étudié ces diverses espèces simultanément et sans distinction, parce que j'ai eu bientôt acquis la certitude qu'elles m'offraient absolument les mêmes chances.

1° *De la dessiccation chez les animaux ressuscitants, lorsqu'on les expose simplement à l'évaporation.*

Lorsque j'ai exposé les animaux ressuscitants à l'évaporation, soit dans l'eau pure, soit dans le sable, à l'air libre, dans un air desséché ou dans le vide sec, je les ai toujours vus se dessécher et se dessécher d'une dessiccation absolue, et, dans la plupart des cas, cette dessiccation, si loin qu'elle pût être poussée, ne les dépouillait pas de la faculté de reprendre vie, lorsque je venais à leur rendre l'humidité, sans laquelle nous ne concevons pas qu'aucun mécanisme animal soit possible.

La forme la plus simple et la plus décisive que l'on puisse donner à l'expérience consiste à placer un *Emydium*, un *Macrobiotus* ou un individu d'une autre espèce ressuscitante, sur une lame de verre, dans une gouttelette d'eau distillée; et à laisser exposée à l'air libre la gouttelette et l'animal qu'elle contient. On y trouve surtout l'avantage de pouvoir suivre au microscope les progrès de la dessiccation et du racornissement progressif de l'animalcule et de ses enveloppes. La gouttelette d'eau ne sera pas plutôt évaporée, qu'il n'offrira plus lui-même que l'apparence d'une paillette transparente, mince, ridée, où l'on reconnaîtra tout au plus quelques traces des formes primitives, si ce n'est chez les *Emydium*, dont l'enveloppe extérieure offre plus de solidité que celle des autres espèces et conserve mieux ses formes. Cette paillette se brise au moindre choc, et Spallanzani en a donné une idée assez juste, en la comparant à un grain de sel desséché. L'action du compresseur n'en fait écouler aucun li-

quide : on n'y peut reconnaître aucune trace d'humidité ni d'un état vital quelconque.

Or, dans cet état, il n'a point perdu, comme on l'a dit, la faculté de revenir à la vie.

On peut même pousser la dessiccation encore plus loin et aussi loin que le permettent les procédés suivis en chimie pour la dessiccation des substances destinées à l'analyse. C'est ce que j'ai fait dans l'expérience suivante, que j'ai répétée à plusieurs reprises.

Trente Tardigrades vivans ont été déposés un à un dans trois grands verres de montre; les gouttelettes isolées qui les contenaient ont été épuisées autant que possible; puis ils ont été laissés se dessécher à l'air libre.

Dans trois autres verres de montre, trente de ces animaux ont été de même déposés isolément, mais seulement au moment de les mettre sous la machine pneumatique.

Les six verres, numérotés avec soin, ont été placés dans le vide desséché par l'acide sulfurique. Trois contenaient, d'après ce qui précède, des animalcules déjà desséchés à l'air libre, et les trois autres des animalcules vivans, et encore dans des gouttelettes d'eau distillée. Le vide a été maintenu pendant quatre jours.

Après ce temps j'ai retiré les verres et observé les animaux à l'aide du microscope : ils ne m'ont présenté aucune apparence qui les distinguât de ceux qui se dessèchent librement, sur une lame de verre : ils ne paraissaient ni plus ni moins desséchés.

Alors je remplis les verres de montre d'eau distillée, et je les recouvris d'une cloche en verre, pour intercepter tout accès de l'air extérieur. Trente heures après, tous contenaient quelques animalcules vivans; mais les trois premiers, qui avaient été desséchés à l'air libre, avant que d'être placés sous la machine pneumatique, en contenaient plus que les trois autres, dont la dessiccation avait eu lieu dans le vide sec et avec une rapidité extrême.

J'ai répété l'expérience, en me servant de lamelles de verre sur chacune desquelles je plaçais les animalcules. Le succès a été le même.

La proportion de ceux qui reprennent vie varie singulière-

ment. Très souvent je n'en ai vu revivre aucun; jamais je n'ai vu revivre tous ceux que j'avais mis en expérience; mais le nombre de ceux qui revivent peut aller jusqu'à six ou sept sur dix pour ceux qui ont été simplement desséchés par évaporation à l'air libre: il ne m'a pas paru diminuer par le séjour dans le vide, chez ceux que l'on n'y plaçait qu'après les avoir laissés dessécher librement; mais, dans les verres de montre qui ont été soumis au vide sec avec leurs animalcules encore dans des gouttelettes incomplètement évaporées, on en retrouve tout au plus un, deux ou trois qui conservent la faculté de reprendre vie.

Ces résultats contredisent la seule assertion sur laquelle tous les auteurs fussent à-peu-près d'accord; car à peine quelques-uns disent-ils avoir vu revivre un animalcule après l'avoir laissé dessécher à nu. Tous les autres placent au contraire la dessiccation qui en résulte comme une limite à laquelle l'animal ne peut être porté sans périr irrévocablement, et c'est même là un des argumens les plus puissans dont se servent ceux qui regardent la mort comme absolue et la dessiccation comme une mort nécessaire, la dessiccation, suivant eux, n'ayant pas lieu, ou n'ayant lieu qu'incomplètement dans tous les autres cas.

Mais cet accord dans un insuccès me semble pouvoir être expliqué très simplement. Les observateurs qui ont parlé de la dessiccation *à nu*, ont eu soin de dire pour la plupart, si ce n'est tous, qu'ils avaient produit cette dessiccation *sur une lame de verre*. Lorsqu'ils ont voulu obtenir la revivification, ils se sont contentés, sans doute, comme je l'avais fait moi-même dans mes premiers essais, tous infructueux, de recouvrir de quelques gouttes d'eau le point où leurs animalcules avaient été déposés, et de les observer avant que ces gouttes d'eau se fussent évaporées à leur tour; une lame de verre n'est point un vase où l'on puisse garder de l'eau pendant long-temps: or, s'ils ont en effet agi de cette manière, ils n'ont point attendu pendant un temps assez long; car c'est seulement après un à deux jours, que j'ai vu les animalcules donner les signes d'une vie très manifeste dans mes verres de montre pleins d'eau. Le retard m'a paru être d'autant plus long que la

dessiccation a été plus prompte : et il est même probable , ainsi que je le dirai de nouveau plus loin , que la promptitude de la dessiccation est la cause la plus active qui rende la mort irrévocable chez les animaux ressuscitans. Ajoutons encore que non-seulement les animaux desséchés à nu, et presque instantanément , reprennent vie beaucoup plus tard que les animaux desséchés dans le sable; mais que, en outre, les mouvemens qui dénoncent à l'observateur le retour à la vie sont beaucoup plus lents et plus obscurs, et qu'il faut souvent les attendre, les provoquer même, pour arriver à les obtenir d'une manière incontestable, et à pouvoir affirmer que l'animalcule ressuscité que l'on a sous les yeux possède la vie en exercice.

Néanmoins on peut reconnaître quelques heures seulement après les avoir mouillés, et avant que la résurrection se traduise par des mouvemens, ceux qui offrent des chances pour une résurrection ultérieure. Ceux qui sont définitivement morts se gonflent par endosmose, à la manière d'un sac membraneux distendu mécaniquement par l'introduction forcée d'un fluide. Les autres ne se gonflent que beaucoup plus lentement, et ne passent que progressivement des formes racornies et ratatinées, auxquelles la dessiccation les avait réduits, à celles qu'ils possèdent dans l'exercice de la vie. Cependant je n'oserais pas affirmer que, même alors qu'il est distendu par l'accès de l'eau dans sa cavité intérieure, au point d'en avoir perdu ses formes, un animalcule ne puisse pas conserver encore la faculté de réagir sur le fluide qui le remplit, de manière à revenir à ses formes normales, après qu'elles se sont effacées; mais je ne puis pas dire en avoir observé des exemples.

La dessiccation à nu est assurément le fait le plus concluant parmi tous ceux dans lesquels on n'emploie d'autre moyen de dessiccation que la tendance des fluides à prendre la forme gazeuse à la température ordinaire, mais il est en même temps celui dont les résultats sont le moins assurés et le moins faciles à observer, et je ne doute pas même qu'il ne pût dans beaucoup de circonstances manquer complètement et conduire à conclure encore contre le fait général que je me propose d'établir. Aussi croirai-je beaucoup plus sûr d'expérimenter sur

le sable ou sur les mousses qui contiennent les animalcules ; car le succès est à-peu-près certain, et l'on peut toujours pousser les précautions assez loin pour se mettre à l'abri de toute chance d'erreur ; on peut même les pousser jusqu'à l'excès , ainsi que je l'ai fait dans l'expérience suivante.

Après avoir pris des mousses très riches en animaux ressuscitants , et les avoir laissées pendant huit jours exposées à l'air dans une pièce très sèche , je les essayai en les remouillant , pour m'assurer que ces animaux n'avaient point perdu leur faculté de revivre , puis j'en mis une partie dans quelques cornets de papier numérotés A.

Je mis le reste dans une capsule en verre que je plaçai au-dessus d'une autre capsule pleine d'acide sulfurique , et je recouvris le tout d'une cloche soigneusement lutée. Après dix-sept jours , je retirai la mousse , et après m'être assuré de nouveau que les animaux pouvaient revivre , j'en mis une partie dans quelques cornets de papier numérotés B.

Du reste , je fis deux parts , dont une , que j'appellerai C , fut tenue pendant six jours dans le vide sec , renouvelé chaque jour ; l'autre , D , fut portée au sommet d'un tube barométrique , et y demeura vingt-huit jours avec du chlorure de calcium.

Or , le sable des mousses A , B , C et D , étudié simultanément , après ce temps se montra rempli d'animaux vivans quelques heures seulement après avoir été mouillé. Seulement il me parut que les animaux qui avaient été soumis à la dessiccation la plus énergique et la plus prolongée , exigeaient un peu plus de temps pour leur retour à la vie. Cette différence , au reste , ne me parut pas excéder celles que j'avais maintes fois remarquées entre des touffes de mousse différentes , prises sur un même toit ou sur des toits différens , ou entre le sable de deux extrémités d'une même gouttière.

Ainsi des êtres animés qui se dessèchent à l'air libre en quelques secondes , peuvent revivre après dix-sept jours d'exposition dans un air sans humidité , à la pression ordinaire , et après vingt-huit autres jours passés dans une atmosphère également desséchée , et dont la tension n'excédait pas cinq à six centimètres. Or , je ne mets pas en doute qu'ils aient dû arriver , par suite de

enveloppes plus ou moins imperméables, et l'humidité qui reste dans les organes suffit pour qu'ils demeurent le siège des phénomènes vitaux d'une *vie latente*. »

Mais je ne crois pas que cette objection puisse tenir devant les résultats que fournit l'étude de l'action de la chaleur sur les animalcules vivans et sur les animalcules desséchés. Il se passe là deux phénomènes tellement distincts, qu'ils nous permettent d'affirmer que les êtres animés qui nous occupent ne sont plus, après qu'ils ont été soumis à l'un quelconque des procédés de dessiccation dont il vient d'être question, que des réunions de principes organiques chimiquement secs, et que la dessiccation établit une solution de continuité absolue entre la vie première des animaux qui nous occupent, et celle qu'une humidité nouvelle leur restitue.

I. *Action de la chaleur sur les animalcules vivans.*

Les animalcules ressuscitans ne peuvent supporter une température supérieure de plus de quelques degrés à celle qu'avait assignée Spallanzani, comme la limite supérieure qu'ils pussent atteindre. Ils perdent leurs mouvemens et tombent dans l'engourdissement à une température inférieure à celle qui les tue définitivement, et on peut encore les ramener à la vie en les remettant dans l'eau à la température ordinaire; mais jamais je ne les ai vus revivre après avoir été chauffés à cinquante degrés centigrades.

II. *Action de la température sur les animalcules desséchés.*

Si l'on prend des mousses desséchées jusqu'à ce que vingt-quatre heures d'exposition dans le vide sec ne leur fasse plus perdre de leur poids, et qu'on en entoure la boule d'un thermomètre placé dans une étuve, on peut élever la température de l'étuve jusqu'à ce que le thermomètre marque cent vingt degrés, sans que tous les animalcules que les mousses contiennent aient perdu la faculté de revenir à la vie. Toutefois, le nombre des ressuscitans diminue à mesure que la tempé-

rature approche davantage du terme qui vient d'être indiqué, et en même temps le retour à la vie de ceux qui ressuscitent se manifeste par des mouvemens de plus en plus lents, et exige un temps de plus en plus long. (1)

Dans des expériences que j'avais faites au milieu de l'été, et sur les mousses qui avaient subi l'action directe du soleil pendant plusieurs semaines, j'ai vu des animalcules revivre jusqu'à cent quarante et cent quarante-cinq degrés, je trouvai même un grand Rotifère vivant dans un paquet de mousse qui avait été porté jusqu'à cent cinquante-trois degrés. Mais je dois ajouter que le procédé par lequel je mesurais la température était moins rigoureux que dans le cas précédent; car je me servais d'une étuve à double enveloppe métallique, contenant de l'huile entre ces deux enveloppes, et je prenais la température du bain d'huile lui-même, avec la précaution seulement de la maintenir constante pendant dix minutes. On ne peut donc voir dans ce second cas qu'un maximum auquel la température des mousses elles-mêmes ne devait pas être très inférieure.

CONCLUSIONS.

Nous trouvons dans la chimie organique un ordre de phénomènes qui offre avec les précédens des rapports que je crois très intimes. C'est celui que présente l'albumine lorsqu'on l'expose à l'action de la chaleur pendant qu'elle est encore humide, et après l'avoir desséchée.

D'après les recherches de M. Chevreul, l'influence chimique qu'exerce la chaleur sur l'albumine du blanc d'œuf, peut se manifester par la coagulation, dès que la température atteint 61°, nous voyons nos Tardigrades pouvoir supporter dans l'eau une température de 45 à 48 degrés sans perdre la faculté de revenir à la vie.

D'un autre côté, d'après le même savant, pour que la tem-

(1) Dans deux expériences qui ont été faites sous les yeux de MM. de Jussieu, Dumas, Milne Edwards et Quatrefages, au mois de novembre 1841, les animalcules ont supporté une température de 122 et de 125 degrés centigrades. La mousse entourait la boule du thermomètre.

pérature de l'eau bouillante fasse passer l'albumine séchée à l'air à l'état d'albumine coagulée, il faut que son action s'exerce pendant une heure au moins, quelquefois pendant plus longtemps; et nous voyons nos animalcules supporter pendant un certain nombre de minutes une température de 120 degrés, sans perdre leur faculté de revenir à la vie. Sans nul doute, l'albumine *séchée dans le vide*, et exposée à l'action de la chaleur pendant un petit nombre de minutes seulement, ne perdrait sa solubilité qu'à une température supérieure à 120 degrés, de même que l'albumine liquide ne perd la solubilité qu'à environ 15 degrés au-dessus du point où les Tardigrades perdent irrévocablement la vie.

Nous voici donc amenés à ne voir plus, dans la faculté de revenir à la vie, qu'un phénomène subordonné, comme la solubilité de l'albumine, à l'intégrité de la composition moléculaire des tissus dans les animaux ressuscitants; et ne nous est-il pas permis de croire que si nous étions assez habiles pour pouvoir saisir d'une part les dernières traces du premier de ces phénomènes, et de l'autre les premières apparitions du second, ou, mieux encore, du changement moléculaire dont il n'est qu'un indice fort imparfait peut-être, nous les rencontrerions se faisant immédiatement suite, la revivification finissant là seulement où un nouvel état moléculaire commence.

Mais, placés à ce point de vue, que pouvons-nous voir de plus dans la revivification, que la mise en action d'une propriété que possèdent les tissus desséchés, comme ils possèdent la propriété d'être solubles, d'une propriété qu'ils ne perdent que quand ils sont, et parce qu'ils sont coagulés, ou plutôt parce qu'ils ont subi les modifications dont la coagulation elle-même n'est qu'une conséquence; et quelle autre condition assigner à la manifestation de chaque phénomène vital en particulier, et à l'ensemble tout entier des phénomènes vitaux, que l'intégrité de la constitution moléculaire dans les tissus, et les connexions physiques des différens tissus les uns avec les autres. C'est un accord de plus entre la physiologie et les sciences physiques proprement dites. Celles-ci nous montrent l'eau comme entrant dans une substance organique, à deux états différens:

1° Comme eau de composition;

2° Comme eau chimiquement libre, et retenue mécaniquement dans ce que l'on désigne par une sorte de comparaison, sous le nom de *mailles des tissus*.

Or cette eau chimiquement libre, et retenue dans les tissus animaux par la capillarité ou par toute autre cause physique, protégée contre l'évaporation par des enveloppes plus ou moins imperméables chez les animaux aériens, par le milieu ambiant lui-même dans les animaux aquatiques, ne nous paraît plus être qu'un milieu qui pénètre l'organisme dans toute sa profondeur, qui le baigne intérieurement comme l'atmosphère ou l'eau le baignent extérieurement, et dans lequel se passent tous les phénomènes vitaux.

La présence de ce milieu est une condition essentielle de la vie, car la vie, ce sont *les phénomènes vitaux en exercice*. Le milieu dans lequel ces phénomènes vitaux se passent une fois enlevé, nous ne pouvons affirmer rien de plus que la composition moléculaire des tissus, et leur arrangement organique : c'est l'organisme moins les phénomènes vitaux. C'est de la matière organisée, dans laquelle existe la vie *in potentiâ*, mais dans laquelle personne ne prétendra que cette vie *in potentiâ* puisse se manifester actuellement par des phénomènes.

Or c'est là ce qu'ont voulu dire Spallanzani et tous ceux qui ont eu la même opinion, avant comme après lui, quand ils ont affirmé que les Rotifères, les Tardigrades, les Anguillules et les Gordius desséchés étaient des animaux *morts*, et quand ils ont appelé *résurrection* leur retour à la vie sous l'influence de l'humidité. Des animaux qu'il suffisait de mouiller pour les faire revivre possédaient incontestablement la vie *in potentiâ* ; mais la possédaient-ils *in actu* ? et le passage de la *puissance* à l'*acte* n'avait-il pas lieu à un instant donné ? Là seulement était la question, et nous la regardons comme résolue.

APPENDICE au Mémoire sur les Tardigrades.

I. *Ongles du Macrobiotus Hufelandii.* — J'ai dit qu'ils sont au nombre de deux, bifides, la pointe interne de chacun étant elle-même très finement bifide. Cette seconde bifidité ne s'aperçoit très souvent que difficilement et seulement avec les meilleurs instrumens; quelquefois, au contraire, elle est très apparente, surtout aux ongles des pattes postérieures.

II. *Sang.* — Je regrette d'avoir employé cette expression pour désigner le liquide à gros globules qui flotte suivant les mouvemens de l'animal dans la grande cavité comprise entre ses enveloppes externes et son canal intestinal. Le mot *sang*, en effet, entraîne l'idée d'une importance physiologique qui n'est peut-être pas celle du fluide dont il s'agit. Dans la première rédaction de mon manuscrit, je m'étais servi du terme *fluide inter-organique*, qui n'exprimait qu'un rapport de position; c'est celui que je préférerais aujourd'hui.

III. *Glandes salivaires. — Canal digestif.*

C'est chez *Milnesium tardigradum* que j'ai aperçu les quatre corpuscules foncés que j'ai signalés dans les glandes salivaires, et non chez les *Emydium* ni chez les *Macrobiotus*, comme on pourrait le croire d'après ce passage.

Une observation, dont je n'avais pas assez senti d'abord la valeur, est celle d'apparences absolument semblables à celles que M. Dujardin désigne sous le nom de *vacuoles*. Je les ai vues dans les glandes salivaires et dans l'épaisseur des parois du canal intestinal. Elles ne m'ont point paru contractiles.

IV. *Corpuscules discoïdaux.* — En étudiant un grand nombre d'individus dans le but de vérifier ce que j'ai dit en terminant ce passage, je me suis assuré qu'ils existent dans les *Milnesium* et les *Macrobiotus* en général; mais ils y sont moins nombreux, incolores et plus petits que dans les *Emydium*, ce qui permet de les confondre avec les autres corpuscules que contient la membrane constituante des parois intestinales.

V. *Support ou rayon directeur des stylets.* — Les termes dont je me suis servi indiquent une simple articulation des rayons ou supports en S avec le tube pharyngien; ceci n'est point complètement exact. Ces rayons m'ont paru, dans de nouvelles observations, fixés au tube, de telle sorte qu'ils sont forcés de se fléchir pour obéir au mouvement des stylets d'arrière en avant, et qu'ils doivent jouer le rôle de ressorts pour les ramener d'avant en arrière.

VI. *Sur les yeux.* — Il est une apparence que je n'avais pas cru devoir mentionner d'abord, parce que j'avais craint que ce fût une simple illusion d'optique, et que j'ai mieux vue depuis et étudiée à l'aide de nouvelles lentilles, c'est

celle d'un cristallin sphérique enchâssé dans le pigment lui-même, en forme de cupule. D'après cela, le bulbe oculaire consisterait dans une ampoule constituée par un renflement de l'enveloppe même du nerf optique, tapissée en arrière d'une couche de pigment revêtant postérieurement le cristallin; en avant du cristallin, un liquide remplirait le reste de l'ampoule.

VII. Genre *MACROBIOTUS*. *Espèces nouvelles*.— M. Dujardin (1) a trouvé dans les ruisseaux des environs de Rennes un nouveau *Macrobiotus* caractérisé par des ongles trois fois plus grands que ceux de *M. Hufelandii*, et par les branches de ces mâchoires (stylets) plus étroites. Cette espèce atteindrait jusqu'à 0^{mm} 90, ce qui serait plus qu'aucune de celles que j'ai observées. Ce qu'elle offre de plus remarquable, c'est qu'elle vit constamment dans l'eau; elle serait donc aux espèces que j'ai décrites ce que sont aux Rotifères des toits les nombreux Rotateurs des ruisseaux et des eaux stagnantes.

M. de Quatrefages a rapporté de l'île de Chausey des mousses dans lesquelles se trouvent deux espèces, dont l'une, certainement nouvelle, est fortement colorée en jaune verdâtre disséminé par grosses gouttelettes. Son enveloppe est grossièrement granuleuse; son appareil pharyngien est exactement celui de *Macrobiotus Oberhaeuser*, auquel elle ressemble en outre par la taille; mais elle a les ongles de *M. Hufelandii*.

Quant à l'autre, elle ressemble complètement à cette dernière espèce, à l'exception d'une seule particularité. Les deux lobes de la base des stylets paraissent mobiles, ou l'un au moins, ce qui donne au jeu de l'articulation de cette base avec le rayon en S directeur du mouvement, une apparence différente de celle que l'on aperçoit chez *M. Hufelandii*. Cette apparence différente pourrait peut-être s'expliquer aussi, en supposant que l'articulation de cette base avec le rayon est fixe chez celui-ci, ce qui lui ferait prendre plus complètement encore le rôle de ressort, dont il vient d'être question dans la note précédente, tandis qu'il serait mobile dans l'espèce de Chausey.

VIII. Genre *ÉCHINISCUS* de M. Schultze.— M. Schultze, dans la petite note manuscrite qu'il avait jointe au sable remis à M. Elie de Beaumont, avait signalé l'*Emydium testudo* comme devant former un genre nouveau. Depuis cette époque, il a décrit une autre espèce du même genre sous le nom d'*Echiniscus Bellermani*, dans une courte brochure dont le titre est *Echiniscus Bellermani, animal crustaceum, Macrobioto Hufelandii affine, etc., etc., cum tabulâ, Berolini, 1840*.

La brochure de M. Schultze a paru depuis le mois d'août 1840; elle n'a été connue à Paris que vers le milieu de l'année 1841, tandis que l'impression de la première partie de mon mémoire remonte à décembre 1840. C'est là la seule raison qui m'a empêché d'accepter le nom proposé par M. Schultze, auquel je m'em-

(1) Histoire naturelle des Infusoires; 1841, p. 668.

11° Les types virtuels et les harmonies organiques que nous découvrons dans l'étude de chaque être vivant en particulier et dans la comparaison des êtres vivans entre eux, ne relèvent pas des deux principes de la *subordination des caractères* et des *conditions d'existence*. Pour s'en rendre compte, il faut admettre : 1° des types préétablis ; 2° des lois générales qui régissent les modifications de ces types et leur adaptation aux circonstances extérieures.

12° Le mot *métamorphose*, en histoire naturelle générale, a deux significations : il s'applique, 1° aux modifications conventionnelles par lesquelles on explique les diverses formes que peut prendre un même type et aux transformations d'un type dans un autre ; 2° aux transformations réelles que peut subir un individu depuis l'état de germe jusqu'à celui où son évolution est complète.

13° Ces deux séries de faits ne peuvent être séparées, et elles constituent simultanément la science de la *morphologie*.

14° La métamorphose a lieu par fusion ou soudure, par multiplication et dédoublement, par gemmation de nouveaux organes, par arrêt ou par excès de développement.

15° La morphologie reconnaît trois grands principes : 1° le principe des *connexions* ; 2° le principe des *séries*, 3° le principe de l'*évolution organogénique*. Elle emprunte encore d'utiles renseignements à l'analogie de composition des organes, et quelquefois aussi à l'analogie des fonctions.

16° Les faits qui sont du domaine de la géologie et de la paléontologie ne paraissent pas être d'un autre ordre que les faits contemporains, ni avoir été produits par d'autres lois que par celles qui régissent le monde actuel.

• Vu par le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. DUMAS.

Permis d'imprimer. L'inspecteur général
des études, chargé de l'administration de
l'Académie de Paris,

ROUSSELLE.

